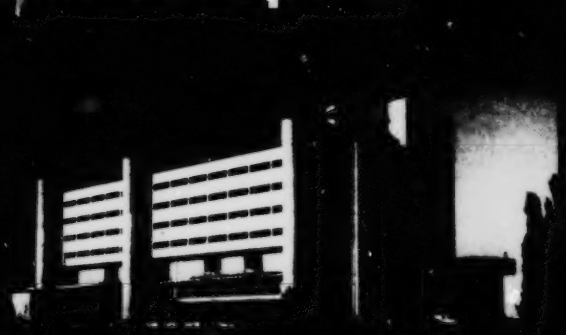
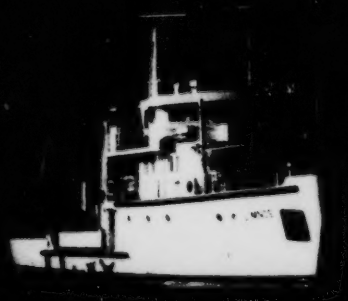
Environment Canada | Environnement Canada

National Water Research Institute

1985–1986 Annual Report





87-00935/

Editor: J. Lawrence

Production Team: J. Andrews
J. Burford
W.D. Finn
P.C. McColl
S. Ponton

Cover design by P.C. McColl

Publication disponible en français sur demande

NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE

1985-1986
Annual Report

National Water Research Institute
Inland Waters Directorate
P.O. Box 5050
Burlington, Ontario
Canada
L7R 4A6

NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE

NOTE

NOTICE is hereby given that mention of any product or material in this publication is not to be taken as indicating that the National Water Research Institute in any way approves, recommends or endorses any such product or material. No mention shall be made of the National Water Research Institute or of this publication in any advertising, sales promotion, reports or other written or graphic material which would indicate or imply that the National Water Research Institute approves, recommends or endorses any product or material mentioned herein, or which has as its purpose an intent to use the name of the National Water Research Institute or this publication as a means, directly or indirectly, of causing, aiding or enhancing the sale or use of any such advertised product or material.

Published by authority of
the Minister of the Environment

© Minister of Supply and Services Canada 1986

Cat. No. En 36-412/1986E

ISBN 0-662-15061-9

CONTENTS

Page

FOREWORD 1

NWRI ORGANIZATION CHART 2

EXECUTIVE SUMMARY 3

DIRECTOR'S OFFICE 8
- Senior Scientist 8
- Science liaison and coordination 8
- Senior Research Management Advisor 8
- WHO Collaborating Centre on Surface and Ground Water Quality 8
- Fish habitat studies 9
- Special project: St. Clair River pollution investigation 9

- Staff list 10
- Committee membership 10
- Publications 10

AQUATIC ECOLOGY DIVISION 11
- Ecological Impact Section 11
- Great Lakes Rehabilitation Section 13
- Nutrient Pathways Section 15

- Staff list 17
- Committee membership 17
- Publications 18

AQUATIC PHYSICS AND SYSTEMS DIVISION 20
- Physical Limnology Section 20
- Environmental Simulation Section 20
- Environmental Optics Section 24
- Data Management Section 24

- Staff list 25
- Committee membership 26
- Publications 26

ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS DIVISION 29
- Organics-Pathways Section 29
- Organics-Properties Section 31
- Inorganics Section 33
- Radionuclides Section 34
- Acid Deposition Section 35

- Staff list 36
- Committee membership 37
- Publications 37

ANALYTICAL METHODS DIVISION 40
Analytical Chemistry Research Section 40
Quality Assurance and Methods Section 43
Microbiology Laboratories Section 43
Computer Services Section 46

Staff list 46
Committee membership 47
Publications 48

HYDRAULICS DIVISION 50
Environmental Hydraulics Section 50
Shore Processes Section 55
Technical Services Section 57
Engineering Services Section 58
Manufacturing and Technical Development Section 59
Drafting Services Section 60
Office Services Section 60

Staff list 60
Committee membership 61
Publications 62

NWRI PACIFIC AND YUKON REGION 65
Staff list 68
Committee membership 68
Publications 68

NWRI WESTERN AND NORTHERN REGION 70
Staff list 75
Publications 75

TECHNICAL OPERATIONS DIVISION 76
Ship Survey Section 76
Field Surveys Section 79
Limnological Instrumentation Section 80

Staff list 80

STAFF SERVICES DIVISION 81
Administration Section 81
Building and Property Services Section 81
Materiel Management Section 81
Finance Section 81
Library Section 82
Central Registry Section 82

Staff list 82

Environment Canada Environnement Canada

Your file Votre reference

Our file Notre reference

It is with pleasure that I introduce this summary of the research accomplishments of the National Water Research Institute, Inland Waters Directorate, Environment Canada, for 1985 and 1986. The results reported here address a variety of issues of national significance associated with the protection, enhancement or sustainable development of fresh water in Canada.

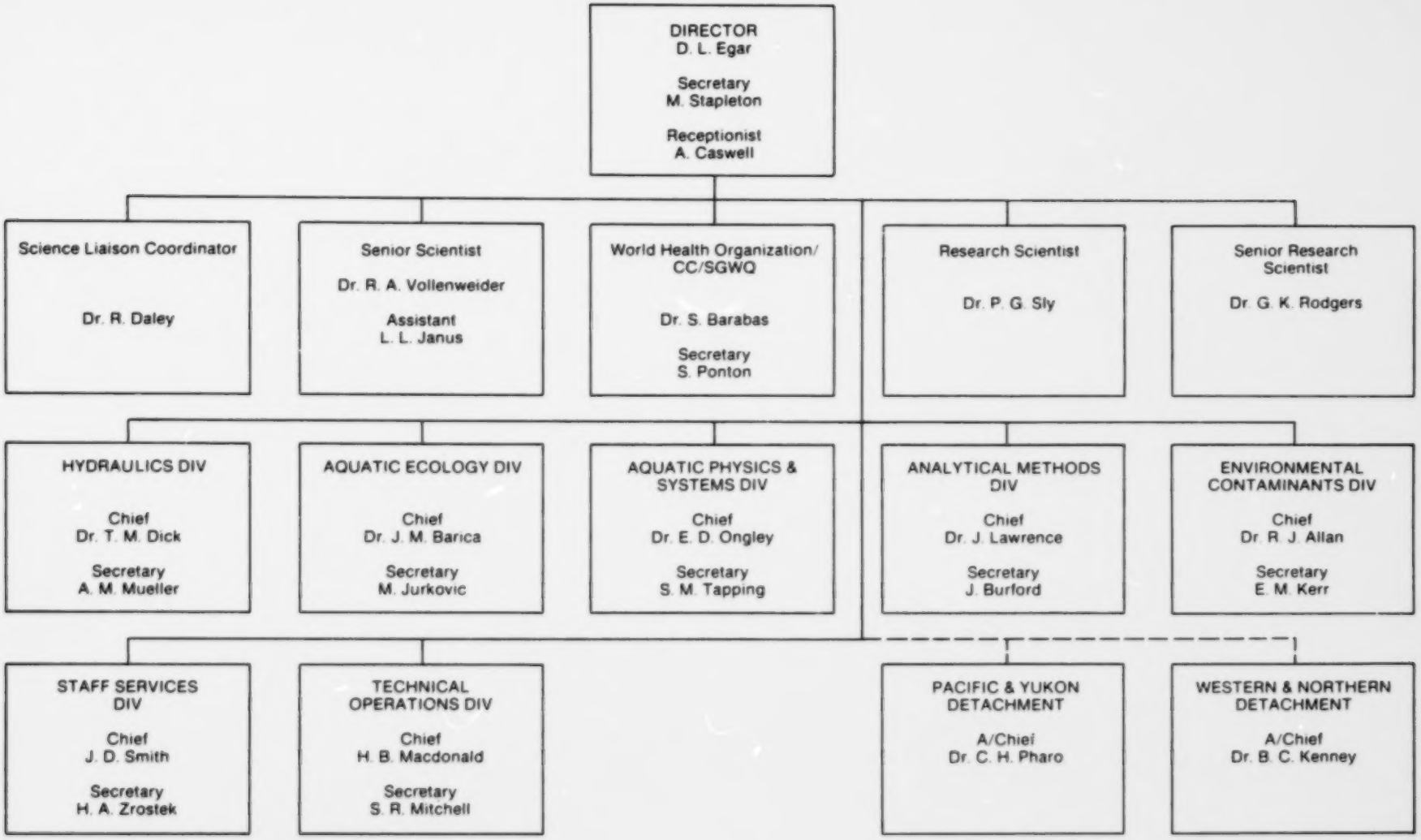
In this edition, the staff report on recent progress in a variety of important areas, including the fate and effects of environmental toxicants, long range transport of air pollution, eutrophication and lake rehabilitation, river flooding and ice jams, predictive modelling and analytical methods development. The research encompasses the full range of scientific disciplines within lake and river limnology.

The Institute is dedicated to scientific excellence and social responsibility. These results represent the efforts of the Institute's talented staff to advance and communicate new knowledge of scientific merit and practical importance. It is my hope and expectation that this knowledge will be of value in the ongoing management of Canada's inland water resources.

D.L. Egar
Director

Canada

ORGANIZATION CHART
NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE



The research accomplishments of the National Water Research Institute (NWRI), Inland Waters Directorate, Environment Canada, for the fiscal years 1984/85 and 1985/86 are summarized. The Institute, located at the Canada Centre for Inland Waters in Burlington, Ontario, undertakes original research on freshwater issues of national significance to Canada. The knowledge and expertise derived from its research are communicated to Environment Canada, the Canadian water management community and the general public for use in resolving aquatic environmental problems.

Historically, research at NWRI has been conducted by five research divisions, each with a particular disciplinary or functional role (contaminants, hydraulics, ecology, lake physics, analytical methods). To enhance the integration and flexibility of the Institute's research programs and to maintain economy and efficiency in a time of restraint, a comprehensive Project Management System was implemented in late 1985. Research activities were organized into a series of multidisciplinary projects, each addressing an issue of scientific and managerial importance. Projects will be the focus for planning and managing future research, for developing internationally recognized expertise and for communicating results and their implications to users. The divisional organization was retained to ensure disciplinary cohesion and administrative stability.

A summary follows of the research and communication highlights of major, "flagship" projects during the review period. New projects, or groupings of projects, which have been implemented for 1986/87 are also briefly summarized. Together, they comprise the core research program that NWRI will undertake over the next several years.

Research results from the Western and Northern and Pacific and Yukon regional detachments of NWRI are included here for the last time. Effective April 1986, these two groups were reorganized as the Limnology Division of the National Hydrology Research institute, Saskatoon.

Fate and Effects of Toxic Contaminants. To develop control strategies and predictive capabilities for management purposes, the properties, pathways, fate and biotoxic effects of toxic chemicals are being systematically characterized through ongoing laboratory and field experiments. Highlights from the review period include the following:

- Research on the fate of chlorophenols in the North Saskatchewan River was undertaken. Anaerobic dehalogenation was shown to be a critical pathway for chlorophenol degradation in this and other systems.
- The rate of mercury methylation in sediments of the Qu'Appelle Basin of Saskatchewan was shown experimentally to be controlled, not by the availability of inorganic mercury, but primarily by trophic conditions.
- Studies of factors affecting methylation, demethylation and bioaccumulation of mercury by fish in northern Manitoba showed that elevated mercury levels are to be expected following flooding by northern hydroelectric reservoirs.
- Toxicity tests using Microtox and octanol-water partition coefficients were found to parallel each other for a wide range of organic chemicals, including chlorophenols, anilines, benzenes, nitrobenzenes and pyridines.
- A study to evaluate organic and inorganic contaminant pathways in the Mackenzie River was initiated in response to native concerns and recognized water data deficiencies. Water, suspended and bottom sediments and biological samples were collected under summer flow conditions.
- Deformities in *Chironomus* larvae are being developed as *in situ* bioindicators to assess the ecological impact of contaminants in the Saskatchewan River Basin.
- Formation of organic coatings by colloidal fibrils in lake water was investigated. These fibrils are important for metal speciation changes in lake water.
- The effects of specific heavy metals on the metabolic activities of natural bacterial populations were evaluated, using populations from Hamilton Harbour.

Contaminated Sediments. To aid the development of site rehabilitation guidelines, the availability, biogeochemical pathways and effects of sediment contaminants from the Great Lakes and smaller systems are being determined. Long-term contaminant release from bottom sediments, which can slow recovery following point-source control, will also be quantified. Highlights include the following:

- Bioconcentration factors for chlorinated hydrocarbons by aquatic worms varied with chemical structure and sediment type. The worms selectively accumulate chemicals from the sediments in which they live; this has important implications for fish predators.
- Historical changes in the accumulation of pollutant metals since 1910 were determined using ^{210}Pb dating of lake sediments. Metal deposition rates in lakes from Nova Scotia, eastern Ontario and upper New York State were comparable.
- Discontinuities were found in the vertical distribution of suspended sediments in Lake Manitoba. The results have important implications for redistribution of sediment contaminants in large, shallow lakes.

Upper Great Lakes Connecting Channels Study. This ongoing project is developing the knowledge and expertise needed to assess the magnitude of toxic contamination of the upper Great Lakes connecting channels while protecting Canadian interests in support of remedial action. Contaminant and nutrient sources are being identified and quantified, biological toxicity is being assessed, and models to predict contaminant distribution will be developed. Highlights from the past two years include the following:

- A multidisciplinary NWRI team collaborated with the Ontario Ministry of the Environment in an emergency study to determine the nature, chemical composition and specific source of contaminant "puddles" discovered on the St. Clair River bottom near Sarnia, Ontario. The identity and source of the puddles, other contaminant sources along the river and the extent of contaminant transport across the border were determined. As a result, Dow Chemical removed the sediment puddles, eliminated the plant source and developed procedures to minimize future seepage to the river.

- A special issue of the *Journal of Great Lakes Research* dealing with pollution of the St. Clair River, Lake St. Clair and the Detroit River was published; 10 of the 23 publications were authored by NWRI staff. Many toxic chemicals, such as HCBD, HCB and OCS, were identified in the papers. Sources were suggested and pathways of movement, both spatially and into food webs, were resolved. The sources, pathways, fate and effects of tributyltins, alkylleads, many persistent and bioaccumulated organochlorines and volatile organics were also described.

St. Lawrence River Rehabilitation. The degree of hazard posed to aquatic biota and humans from toxic contaminants in the St. Lawrence River (and upper estuary) is unknown and the expertise needed for restoration planning has not been developed. Research is undertaken to determine the magnitude, distribution, loadings, principal pathways, fate and biological effects of toxics in the river, as well as the ecological impacts of contaminants at the mouth of the estuary. Highlights from the early phase of work include the following:

- An initial cruise from Lake Ontario to Quebec city was made to collect sediment and water samples for a preliminary assessment of contaminant types, distribution and fate.

- The surface sediments of Lake St. Louis were surveyed and maps showing the extent and size-distribution of the sediments prepared.

- An intensive microbiological study of Lake St. Louis for toxicants and bacterial biomass distributions was undertaken. Over 80% of surface sediments were found to contain toxicants, as determined by the Microtox test.

Long Range Transport of Air Pollutants. To improve the information base, expertise and scientific credibility for effective national and international management of LRTAP, a major research effort, in progress, is quantifying the biogeochemical processes which control the response of lakes and rivers to the deposition of acids and other contaminants in eastern Canada. Improved expertise in the design, conduct and interpretation of acid rain monitoring programs is also being developed. Highlights include the following:

- Sulphur stored in the sediments of the Turkey Lakes was determined, by stable isotope techniques, to occur in the reduced form, mostly as organosulphur compounds. Reduction of pollutant sulphur was shown to be the most important process for the generation of buffering alkalinity.

- Low pH stress on natural lake bacteria adversely affects their cellular surface structure, metabolic rates and ability to decompose organic matter.

- Waters in the Atlantic Provinces were shown to be the most sensitive in eastern Canada to acid rain.

- During spring, short-term acidification of surface waters was shown to be strongly influenced by rainfall. In addition, nitrate deposition was found to be as important as sulphate deposition in influencing acidity during snowmelt.

- Several presentations, including plenary papers, describing the research accomplishments of Institute scientists were given at the 1985 International Acid Rain Conference at Muskoka, Ontario.

- Watershed acidification models were developed to assess the aquatic impacts of acid precipitation and to predict geographical areas at risk.

- *Sphagnum* moss was found to be an effective biomonitor of atmospheric metal deposition. The technique is now in use in representative areas across Canada.

Water Quality Methods Development. In this ongoing project, new and improved analytical methodologies for the measurement of chemical and biological parameters in water, sediment and biota are developed and transferred to Inland Waters Directorate operational (and research) laboratories. National expertise in instrumentation and analysis is thereby enhanced and analytical accuracy, economy and effectiveness improved. Review period highlights are the following:

- Institute staff organized and chaired two international symposia related to microbiological methodology, the International Symposium on Aquatic Microbial Ecology and the Second International Symposium on Toxicity Testing Using Bacteria.

- Assistance was provided to the International Development Centre, Ottawa, to design and evaluate a three-continent study on the use of coliphage as an indicator of microbial water quality.

- A new method for solubilizing and measuring polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD) by a radioimmunoassay technique was calibrated, standardized and used for PCDD screening.

- A flow-injection/atomic absorption method for Ca and Mg was developed and transferred to operational use.

- A flow-injection/colorimetric method for the simultaneous determination of ammonia, nitrate, nitrite and phosphate was developed and transferred to operational use. This is more efficient and cost-effective than previous techniques.

- The traditional molybdate "geo-P" method for analyzing sediment phosphorus was modified to prevent iron (III) interference and to permit estimation of the bioavailable phosphorus fraction by chemical extraction.

- A large-volume, continuous-flow extractor was developed to concentrate organic contaminants which occur at extremely low levels in environmental samples. Units are now operational in both the field and the National Analytical Laboratory.

Water Quality Monitoring and Modelling Research. Improved methods of data collection, interpretation, synthesis and prediction are required for national water quality assessment. In this project, improved chemical and biological monitoring strategies, data interpretation protocols and water quality simulation models are developed for Inland Waters Directorate operational use and for interpretation of Great Lakes Surveillance data. Project highlights include the following:

- A fundamental new strategy for monitoring and interpretation of toxic chemicals in rivers was developed and transmitted to operational programs in Canada and the United States.

- A comprehensive statistical assessment of the Great Lakes Surveillance Program was completed.

- Expertise was provided to an operational reevaluation of the role and needs of sediment monitoring programs in Canada.

- A numerical model was modified to assess various phosphorus management options for the control of eutrophication in the four Qu'Appelle fishing lakes.

- An atlas of the optical properties of the Great Lakes (photic depth, PAR, etc.) was prepared.

Lake and River Restoration. Federal and provincial water managers require expert assistance in rehabilitating the Great Lakes and other regional lakes and rivers from the effects of nutrient eutrophication and macrophyte infestations. Applied, site-specific research is undertaken to establish cause-effect relationships and develop specific remedial plans. Project highlights are the following:

- In a joint Inland Waters Directorate–Industry study of eutrophication in the Thompson River, B.C., experimental flowing troughs were used to determine the combined effects of physical conditions and nutrient flux rates (P and N) on periphyton growth. New generalizations on organic production in rivers, with major implications for water quality management, were formulated.

- Sediment dialysis samplers ("peepers") were used to measure regeneration and internal loading of soluble phosphorus to Lake Erie. Fifty percent of the non-apatite sediment phosphorus is potentially regenerated.

- Experiments with sediment traps showed that large quantities of phosphorus can be made available by natural resuspension of sediments in the Great Lakes.

- Experimental lime treatments to restore eutrophic Frisken and Chain lakes (B.C.) were successful. Management advice on the use of the method was provided to government agencies in British Columbia and Alberta.

- *Cladophora*, a filamentous nuisance alga affecting Lakes Ontario, Erie and Huron, was found to have declined about 50% between 1972 and 1983, due to phosphorus reductions.

- Harvesting experiments to control Eurasian milfoil in Buckhorn Lake, Ontario, were completed, and procedures to minimize adverse treatment effects developed. Numerous presentations on the impact of aquatic weeds were given to citizens' groups.

- Analysis of historical data on the recovery of Kootenay Lake, B.C., following severe phosphorus pollution, indicated only slight declines in phytoplankton and no changes in zooplankton, apparently as a result of nitrogen limitation and *Mysis* grazing. Controversial provincial plans to fertilize the lake by aircraft in an attempt to restore declining fish stocks were thus abandoned.

Near-shore — Open-Lake Interactions. Point-source pollutants are usually discharged or advected into the near-shore zone of large lakes, a zone that is physically distinct from the open lake. In this project, the physical and sedimentological processes controlling the movement of contaminants between the coastal and offshore zones of the Great Lakes are identified, quantified and modelled. Highlights of this project, which is nearing completion, include the following:

- A comprehensive review and several synthesis reports were published on water circulation in Lake Ontario, with emphasis on near-shore coastal zone dynamics and the transport and fate of toxic contaminants in Lake Ontario from the Niagara River plume.

- A major monograph on effluent transport and diffusion models for the coastal zone of large lakes was published.

Water Resources and Modelling. Management of water resources in its various aspects requires knowledge and understanding of the movements and mixing processes of water, as well as its interactions with land and air. In this project, simulation models are developed to predict the physical effects of man-made or natural alterations in the environment. Review period highlights include the following:

- The MOBED river model was modified to deal with non-uniform sizes of bed material and now simulates "paving" effects. MOBED was applied to Qu'Appelle River data to predict the response of the river to the removal of meander loops.
- The RIVMIX model was modified to predict downstream concentrations of some classes of non-conservative pollutants, such as water-soluble, but volatile compounds.
- Institute staff chaired a NATO workshop on urban pollution and contributed to UNESCO manuals on urban drainage and data acquisition.
- The flow component of the HSPF model was installed on the NWRI computer, calibrated, and used to evaluate the effects of urbanization on water quality and quantity in the Waterford River basin.

Inter-basin Water Transfer. To develop the interdisciplinary expertise and departmental credibility for effective assessment of future diversions, this new project will systematically identify, and, if feasible, generalize about the physical, chemical and ecological effects of large-scale inter-basin water transfers. The initial focus is on physical processes. Highlights from this subject area are the following:

- A five-year study to determine the environmental sensitivity of the large, deep, ice-covered, riverine headwater lakes of the Yukon River to future hydroelectric impoundments and diversions was completed. Baseline descriptions were provided of important physical, chemical and microbiological processes, with emphasis on circulation patterns and ice formation during winter.
- Available information on the effects of diversions on river regimes was analyzed and reviewed. Research to develop better models of river dynamics, lake erosion and ice behaviour was recommended.

Flooding and Ice. To improve ice-jam flood management, this ongoing project will acquire the knowledge needed to develop ice-jam forecasting methods using data on formation, transport and distribution of frazil and anchor ice. Highlights include the following:

- Field measurements of ice growth and decay, frazil dam formation and midwinter streamflow in the Yukon River were obtained in collaboration with the Water Resources Branch. Specific factors which may control ice-jam formation and spring breakup were identified.
- An improved turbulence model to predict flood levels was developed. The model takes into account changing bed roughness as well as overbank flow.
- A mathematical model of ice-jamming was improved so that it can be applied to channels of changing width.

Fraser River Rehabilitation. The Fraser River Estuary in British Columbia is an area of environmental degradation. In particular, the effects of chemicals used in wood processing require investigation. Pathways of transport, degradation and bioaccumulation of chlorinated phenols and related contaminants in the estuary will be determined and used as "benchmark" models for other contaminants. The knowledge will aid in the design of monitoring programs and the formulation of water quality objectives within the framework of the Fraser River Estuary Management Program. Highlights of preliminary work include the following:

- Background information was collated and preliminary field work undertaken to determine the fate and effects of chlorophenols in the estuary. Leeches were shown to be excellent biomonitors for detecting waterway contamination by chlorophenols.

Air/Water Contaminant Exchange. This project will determine the extent to which atmospheric loading of toxic contaminants may prolong the recovery of the Great Lakes following point-source control. Data on precipitation already reveal the importance of this pathway. Air/water contaminant flux rates will be determined from laboratory and field experiments and novel simulation models to predict aerial loadings will be developed.

- Concentrations of PCBs, alpha-BHC and lindane in rainfall were found to be relatively uniform across southern Canada, east of the Rocky Mountains.

Fate and Effects of Pesticides. A departmental source of expertise and a systematic information base on ecotoxic effects of pesticides is needed. This project will systematically determine the pathways, fate and effects of important diffuse-source pesticides. Both laboratory and field experiments, primarily in eastern Canada, will be carried out.

- A national survey of the extremely toxic, anti-fouling pesticide, tributyltin, in water and sediment showed its occurrence is related to boating and shipping activities, mainly in harbours and marinas. Sunlight and bacterial degradation are the main factors controlling the persistence of tributyltin, which has a half-life of several months under Canadian conditions.

Nutrient-Contaminant Interactions. This new project will evaluate whether the processes of bioaccumulation, biodegradation and sedimentation of toxic contaminants in lakes are controlled by the nutrient status and biological productivity of the system. An understanding of these complex interactions, which could determine the vulnerability of a particular lake to toxic pollution, will be important in the development of future contaminant action plans.

Ground-Water Contamination. More knowledge and expertise are required for the effective management of eastern Canadian ground-water supplies contaminated by toxic wastes and biocides. Better sampling, analytical and modelling techniques will be developed to determine the physical and chemical processes controlling the migration and fate of ground-water contaminants. This new project will focus on dump-site contamination in international reaches of the Great Lakes connecting channels and on potential contamination of potable ground-water supplies in the Maritimes.

SENIOR SCIENTIST

Dr. R.A. Vollenweider, the Senior Scientist of the National Water Research Institute, has continued to provide scientific leadership at the Institute. He has contributed to the reformulation of NWRI research programs, and served as advisor to the Director, NWRI. He has also been elected Chairman of the DOE Senior Scientist Committee.

In recognition of his leadership in limnology, Dr. Vollenweider received the 1986 Tyler Prize for Environmental Achievement and was elected a Tyler Laureate. The Tyler Prize is one of the most prestigious environmental awards in the world. Citing Dr. Vollenweider's research on eutrophication, the Tyler Prize Executive Committee described him as the scientist most responsible for reversing pollution in the Great Lakes. In addition, Dr. Vollenweider's scientific contributions to Canadian limnology and water management were honoured by receipt of the "Frank Rigler Memorial" award from the Society of Canadian Limnologists, a biographical sketch in *The Canadian Encyclopedia* and an article in *Saturday Night*.

Dr. Vollenweider was invited as keynote speaker to three international conferences (European Water Pollution Control Association Lake Pollution and Recovery, Rome; Management Strategies for Phosphorus in the Environment, Lisbon; Living in a Chemical World — Special Conference on Lakes and Estuaries, Bologna) and has lectured at several Japanese universities (Shiga, Nagoya, Tzukuba) and Japanese governmental agencies, the University of Constance in Germany, and the Spanish Centre for Hydrographic Studies. He was also the main lecturer at a Pan American Centre for Sanitary Engineering course on Tropical lakes (Guadalajara) and continued as advisor to the Pan American Health Organization Cooperative Program on Warm Water Lakes in South America, and to the Emilia-Romagna Regional Government in Italy, on pollution of the Adriatic Sea. He has been elected as international co-president of the International Centre for Advanced Environmental Studies, Como, Italy, and as a sponsoring member of the International Lake Environment Committee, Otsu, Japan.

SCIENCE LIAISON AND COORDINATION

The Science Liaison Coordinator (SLC), under the guidance of the Director and Management Team of NWRI, coordinates the planning and communication of the Institute's research programs.

The central focus for effective and flexible research planning within the Institute is the comprehensive Project Management System put into effect in late 1985. Research at the Institute is made up of interdisciplinary research projects focusing on priority problems or issues of national significance.

As a member of the Management Team, the Science Liaison Coordinator is responsible for ensuring the development, approval and documentation of research projects each year in an effective and timely manner. Preparation of the annual Project Directory, Annual Report, departmental Work Plan, monthly progress reports, special project brochures and other research communication documents is undertaken, or coordinated, through this office.

The SLC also assists Division Chiefs designated by the Director to oversee liaison with regional and headquarters operational components of the Inland Waters Directorate who are principal "users" of the Institute's research results. Operational research needs are evaluated for inclusion in future projects, either by direct contacts or through established committees, and results of past work are communicated to potential users. The SLC will also be responsible for research coordination with the National Hydrology Research Institute, after it is reestablished at the National Hydrology Research Centre, Saskatoon.

Lastly, the Office of the Science Liaison Coordinator provides overall coordination of public information programs and community relations activities at NWRI, ensuring that the accomplishments of the Institute are communicated effectively and responsibly to the public at large. (*Daley*)

SENIOR RESEARCH MANAGEMENT ADVISOR

A study is in progress on year-to-year variations in the development of the thermal bar in Lake Ontario from 1965 to the present. Work on a prediction scheme, first published in the early 1970s, will be updated, based largely on extensive temperature surveys carried out by the Institute.

A general review of processes that affect the quality of source water for industrial or municipal intakes around Lake Ontario was presented to the workshop on "Impacts of Source Water Quality on Industrial Processes and Municipal Uses" in Rochester, N.Y. This workshop may stimulate better communication of information about the extensive databases available on water quality in this lake.

Environment Canada liased with the Ontario Ministry of the Environment and Dow Chemical of Canada Ltd. to assist in the cleanup of contaminated bottom sediments in the St. Clair River near Sarnia, Ontario. As senior DOE officer on site he coordinated the acquisition and interpretation of video films of the area before and after cleanup and of the dredging/vacuuming techniques used. (*Rodgers*)

WHO COLLABORATING CENTRE ON SURFACE AND GROUND WATER QUALITY

The Institute is designated by the World Health Organization as its Collaborating Centre on Surface and Ground Water Quality (WHO/CC). The main functions of the WHO/CC are coordination of international technical assistance programs to developing countries and representation of Canada's freshwater interests in international forums. The WHO/CC is coordinating the establishment of a worldwide network of water quality monitoring stations on major rivers, lakes and aquifers. The network is an integral component of the United Nations Global Environmental Monitoring System (GEMS). The main objective of this program is monitoring long-term trends in environmental pollution.

The WHO/CC publishes the quarterly journal *Water Quality Bulletin*, which contains reviews of water management practices around the world. The year 1985 marked the 10th year of uninterrupted publication of the *Water Quality Bulletin*, in separate English and French editions. Over this period, approximately 400 articles from 70 countries were published. The journal is now distributed in 126 countries.

The first issue of Volume 10 was devoted to water toxicity and its effect on human health. Under the theme Toxicity Testing for Water Quality, a number of bioassaying techniques used in different parts of the world were reviewed. The three subsequent issues described the experiences of 30 countries in their national water quality monitoring programs, in particular the implementation of the GEMS/WATER program.

By the end of 1985, over 290 000 measurements had been reported to the WHO/CC Global Data Centre from 449 GEMS monitoring sites located in 60 countries. The recommendations made at the Inter-Regional Review Meeting on Water Quality Monitoring Programs in October 1983, and published in 1984 in the GEMS/WATER Data Evaluation Report, are gradually being implemented. A new GEMS/WATER data form containing a revised listing of water quality variables was distributed. Data are now also distributed on microfiche to participating countries and institutions.

During the report period, study and discussion programs for 17 visitors from Australia, Argentina, China, Japan, Morocco, Nicaragua and Sweden were organized, and requests by WHO regional and national offices for Canadian consultants abroad were processed. A variety of inquiries on water management problems particularly from developing countries were also reviewed. (*Barabas*)

FISH HABITAT STUDIES

Some lake trout spawning habitats in eastern Lake Ontario appear to be affected by the presence of degrading organic materials. During late September and October, large quantities of *Cladophora* are broken from substrate holdfasts in shallow near-shore areas (water depths of 3–4 m) and these filaments become incorporated within the interstices of nearby cobble-gravel deposits. Later, a similar flux of fragmented milfoil may add to the organic load. Aerobic heterotrophs and nitrifying bacteria then break down these organic materials, resulting in the depletion of dissolved oxygen and the production of ammonia and CO_2.

Sediment "peepers" (closed cylinders, having one end fitted with a 0.45-μm membrane filter) were placed in the cobble-gravel substrates and allowed to equilibrate. At depths of 6–10 cm within the substrate, dissolved oxygen levels approached zero and ammonia levels reached as high as 5.5 $mg \cdot L^{-1}$. Such values indicate that the water quality at depths where naturally spawned lake trout eggs occur is potentially lethal to developing embryos. Persistence of such conditions could greatly reduce the survival of eggs from introduced lake trout stocks.

Boxes containing simulated gravel, placed flush with the surface of cobble-gravel substrates, were used to collect particulates entrapped in beach materials during late fall when lake trout spawn. Trapped sediments at two sites contained mostly inorganic sand-size particulates, high concentrations of black sulphide grains and H_2S. Fall storms probably erode near-shore sand deposits containing sulphide-rich layers and the resultant fines add to the oxygen stress within the coarser substrates. During summer and early fall, plankton and *Cladophora* fragments are buried in the sandy sediments, providing ideal conditions for bacterial sulphide production.

These results are directly relevant to the success of the Great Lakes lake-trout rehabilitation program. Further studies are required to define the magnitude of potential problems in historic spawning sites and to determine the relative effect of different types of organic materials. (*Sly*)

SPECIAL PPOJECT: ST. CLAIR RIVER POLLUTION INVESTIGATION

An urgent investigation was carried out in response to the discovery of perchloroethylene puddles on the St. Clair River bottom near Sarnia, Ontario. This effort was an adjunct to the Upper Great Lakes Connecting Channels Study (UGLCCS), a large, Canada–U.S. scientific investigation of the Detroit, St. Clair and St. Mary's rivers, which began in 1984. The purpose of the UGLCC study is to determine the environmental impacts of pollution sources on these rivers as the basis for development of specific remedial action plans and a revised surveillance strategy. The project was requested by the International Joint Commission under the 1978 Canada–U.S. Great Lakes Water Quality Agreement as a means to monitor the restoration of degraded areas. NWRI has a prominent role in this study.

The National Water Research Institute together with other Environment Canada agencies, working closely with the Ontario Ministry of Environment, developed an integrated research plan for the St. Clair River to be completed and reported within six weeks. NWRI initiated intensive sediment and water surveys to define the extent of contamination in the study area while DOE and MOE sampled industrial intakes and point source discharges. Samples were also collected from the CNR St. Clair River tunnel and from the tunnel dewatering discharge. Samples were analyzed for volatile organics, chlorinated extractables, polynuclear aromatic hydrocarbons, and chlorophenols; sediments were also analyzed for dioxins. Some samples of sediment and water in the area of concern had already been collected by NWRI prior to the perchloroethylene spill. Analyses of some of these samples were accelerated for inclusion in the report. In addition, 63 cores of bottom sediment plus overlying river water were analyzed to complement earlier sampling by MOE and the University of Windsor. To assist EPS and MOE, NWRI also analyzed about half of the industrial and municipal intake/effluent samples used for source characterization.

Parallel to this contaminant investigation, NWRI was asked to aid MOE and Dow Chemical in the spill cleanup. The principal activity was the use of a video camera, mounted in a remotely controlled (cable) observation vehicle, to monitor bottom conditions during the dredging of sediments by Dow. In addition, scientific advice was provided on hydraulics and chemistry questions related to the puddle, or "blob," material.

The initial major dredging operation was completed on December 23, 1985, and the St. Clair River Pollution Investigation report was released on January 24, 1986. NWRI is responsible for following up certain recommendations of the pollution report, especially with regard to ambient conditions. Additional work is planned under the auspices of the UGLCC Study. In addition, because the puddles reformed after dredging was complete, NWRI assisted MOE with regular inspections. As the puddle sources were identified, measures to prevent loss of material downstream were put in place and revacuuming of the puddle material undertaken.

The Institute contributed greatly to the scientific aspects of the St. Clair River Pollution report, especially with respect to the "perchloroethylene" puddles, ambient sediment and water conditions, and data interpretation to pinpoint contaminant sources.

For example, the comparison by NWRI of Dow effluent data with data on the chemical composition of the puddles in the river, together with certain Dow findings, resulted in the major effort by Dow to track and eliminate the sources of contaminant on the plant site missed in earlier monitoring. The Dow response included major excavations on the plant site,

removal of one complete drain system from service, development of techniques to minimize future seepage to the river, improved monitoring, improved staff awareness of potential environmental hazards in their work, and improved systems for controlling potential spills and contaminated runoff.

Institute research has also pinpointed other sources of perchloroethylene, volatiles and hex tars along the shore of the river and has clearly shown that contaminants released at the Canadian shore show little, if any, transport across the Canada/U.S.A. boundary within the 8- to 10-km stretch of the St. Clair River studied.

Finally, NWRI work on urban runoff and on mass transport of materials down the river, in conjunction with point-source data, has allowed critical judgements to be made on the relative importance of various sources along the river and on the fate of released chemicals. (*Rodgers, Lawrence*).

STAFF LIST

Director — D.L. Egar, B.Eng., M.Sc.
Secretary — M. Stapleton
Receptionist — A. Caswell

Senior Scientist	R.A. Vollenweider, B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Assistant	L. Janus, B.Sc., M.Sc.
Science Liaison Coordinator	R.J. Daley, B.A., M.Sc., Ph.D.
Senior Research Management Advisor	G.K. Rodgers, B.A.Sc., M.Sc., Ph.D.
Research Scientist	P.G. Sly, B.Sc., Ph.D., P. Eng.
WHO Collaborating Centre	
Manager	S. Barabas, Ph.D.
Secretary	S. Ponton

COMMITTEE MEMBERSHIP

Mr. D.L. Egar
Member, Great Lakes Working Group

Member, IWD Research Subventions Committee

Member, St. Clair River Management Committee

Member, Upper Great Lakes Connecting Channels Management Committee

Member, Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*

Dr. G.K. Rodgers
Vice-Chairman, Council of Great Lakes Research Managers, International Joint Commission

Member, Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*

Member, Activity Integration Committee for the Upper Great Lakes Connecting Channel Study

Dr. R.A. Vollenweider
Chairman, DOE Senior Scientist Committee

Member, Departmental Committee for the Scientific Research Group

International Co-president, International Centre for Advanced Environmental Studies (ICAES) "Alessandro Volta," Como, Italy

International Lake Environment Committee (ILEC), Otsu, Japan — Promotor and Member

Advisor to CEPIS/PAHO, Lima, Peru on "Latin American Cooperative Programme on Eutrophication in Warm Water Lakes and Reservoirs"

Fellow, Rawson Academy

Member, Editorial Board of "Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia," Verbania-Pallanza, Italy

Member, Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*

Member, Scientific Advisory Committee "Cervia Ambiente," Italy

PUBLICATIONS

Janus, L.L., and **R.A. Vollenweider**. 1984. Phosphorus residence time in relation to trophic conditions in lakes. Verh. Int. Ver. Limnol., 22.

Sly, P.G. 1984. Habitat. In CLAR (Strategies for rehabilitation of lake trout in the Great Lakes), Great Lakes Fishery Commission Tech. Rep. No. 40.

Sly, P.G. 1984. Sedimentology and geochemistry of modern sediments in the Kingston basin of Lake Ontario. J. Great Lakes Res., 10: 358–374.

Sly, P.G., and W.J. Prior. 1984. Late glacial and post glacial geology in the Lake Ontario basin. Can. J. Earth. Sci., 21: 802–821.

Sly, P.G., and C.C. Widmer. 1984. Lake trout (*Salvelinus namaycush*) spawning habitat in Seneca Lake, N.Y. J. Great Lakes Res., 10: 168–189.

Sly, P.G. 1986. A review of post glacial environmental changes and cultural impacts in the Bay of Quinte. In *Project Quinte* (C.K. Minns, D.A. Hurley and K.H. Nicholls, eds.), Special Pub. No. 86, Can. J. Fish. Aquat. Sci. In press.

Sly, P.G. 1986. Disturbance of lacustrine systems. In *Lakes and Limnology* (K.J. Gregory and D.E. Walling, eds.), John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England. In press.

Vollenweider, R.A. 1985. Phosphorus, the key element in eutrophication control. Proc. Int. Conf. Management Strategies for Phosphorus in the Environment (J.N. Lester and P.W.W. Kirk, eds.).

Vollenweider, R.A. 1985. The scientific knowledge of lake pollution. (Abstract). Proc. Int. Conf. Lakes Pollution and Recovery. (E. de Fraja and R. Vismara, eds.).

Vollenweider, R.A. 1985. Elemental and biochemical composition of plankton biomass: Some comments and explorations. Arch. Hydrobiol., 105, 1.

Vollenweider, R.A. 1985. Environmental research in the private sector: Implications for Canada. Internal report.

The Aquatic Ecology Division is made up of specialists in the fields of limnology and paleolimnology, microbiology, geochemistry, algal and invertebrate ecology, statistics and plant physiology. The Division addresses departmental issues related to environmental degradation and ecosystem health, particularly in the area of nutrient and contaminant control, lake restoration, acidification, management of aquatic weeds, and water quality monitoring (both chemical and biological). The Division is organized in three multidisciplinary sections: Ecological Impact, Great Lakes Rehabilitation, and Nutrient Pathways.

ECOLOGICAL IMPACT SECTION

The Ecological Impact Section conducted research in the following areas: long-range transport of atmospheric pollutants (LRTAP) with emphasis on geochemical aspects of lake acidification, peatland development and its impact on water quality, paleolimnology, and statistical methodology for water quality interpretation. The LRTAP-related studies dealt with the use of sulphur isotopes as tracers; metal profiles in sediment cores and the release of metals from sediment upon acidification; the characterization of natural acidity; and the use of diatoms as paleolimnological indicators of pH and of *Sphagnum* moss as a bioindicator of atmospheric deposition of metals. The emphasis of the peatland study was the ecological impact of the mining of peatlands on the receiving waters. One paleolimnological study concentrated on the use of proxy climatic data.

Lake Acidification. The sources of sulphur pollution and the sulphur reactions resulting in endogenous production of alkalinity in lakes are critical issues in the current debate about acid rains and lake acidification. The variations in the isotopic signature of the sulphur can, in fact, be used to fingerprint its sources and trace its behaviour in softwater lakes. In the Turkey Lakes watershed, pronounced seasonality in the isotopic composition of bulk precipitation was found. The observed depletion in ^{32}S suggests a significant contribution of biogenic sulphur to the atmospheric sulphur loading in the region. The isotopic composition of the lake water, however, shows no comparable seasonal variation and, on an annual basis, is very close to the mean value for the bulk precipitation. Most of the sulphur stored in the lake sediments is in the reduced form, mostly as organosulphur compounds. The conversion of pollutant sulphate to the reduced forms is believed to be an important process which is generating significant quantities of alkalinity in this watershed. (*Nriagu*)

Lake sediment often maintains a historical record of the recent increase in the flux of toxic metal pollution into the lake basin. Such sedimentary metal reservoirs can become mobilized and released to the water column during lake acidification.

From the ^{210}Pb dating of the sediments, the historical changes in the accumulation of pollutant metals since 1910 have been determined. Metal depositional rates in lakes in Nova Scotia are comparable with those of the remote lakes in Ontario (Algonquin Provincial Park) and the Adirondack Mountain lakes (New York).

A simple mass conversion model based on rare earth elements suggests that only 40% to 60% of the pollutant metal flux into lakes is retained by the sediment. The low retention rate can explain the large intra-basin and intra-lake variations in metal content of sediments and has major implications in terms of ^{210}Pb dating and the use of poliutant metal profiles in the historical monitoring of environmental changes associated with acid rains.

To characterize the chemical interaction between the dissolved and particulate metal species along a pH gradient, pore water (*in situ*) was sampled at close intervals above and below the sediment-water interface from two acid lakes in Kejimkujik National Park, Nova Scotia. Concentrations of selected pollutant metals including Pb, Zn, Fe, Al, nutrients and rare earth elements were measured. Preliminary data for SO_4, Al and PO_4-P in the pore water show a close relationship between pH and the nutrient cycles in the lake sediment column. Relationships between trace metal profiles and hydrogen ion pro-

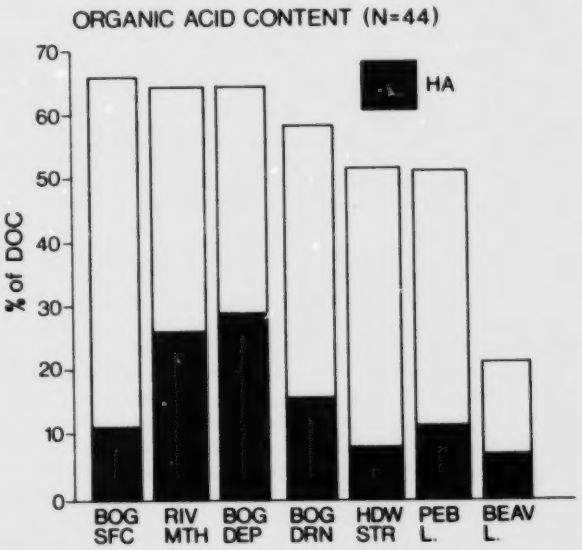


Figure 1. Sum of organic acid fractions from naturally acidic waters. Total height of bars = Fulvic acid (hydrophobic + hydrophilic) + humic acid. BOG SFC – interstitial bog water, 0 - 75 cm. RIV MTH – rivers near their mouths; BOG DEP – interstitial bog water, 1.25 - 2.0 m; BOG DRN – bog drainage creek; HDW STR – headwater streams; PEB L. – Pebbleloggitch Lake, coloured; BEAV L. – Beaverskin Lake, clear; HA – humic acid.

duction/consumption are currently being investigated. (*Nriagu, Wong*)

Natural acidic waters were also studied to understand the effects of anthropogenic acidification of aquatic systems. A comprehensive study of the character of naturally occurring organic acids present in lakes and rivers in southwestern Nova Scotia has been undertaken. Results of seasonal sampling from several sites in Kejimkujik National Park and the Mersey and Clyde rivers indicate that the character of dissolved organic matter (DOM) changes with the annual hydrologic cycle. Most of the DOM can be classified as fulvic acid, the bulk of which consists of hydrophobic acids. Figure 1 shows the relative acidic character of some of our samples grouped by sample type. Near the mouths of rivers, a marked increase in the relative amounts of humic acid is evident. As humic acid is thought to be a diagenetic product of condensation reactions involving fulvic acid (fractions), this may be evidence that changes of character occur along the course of rivers. These changes may in turn affect the metal-binding capacity, acid strength, and liability of the DOM. (*Bourbonniere*)

Acidification History. The spatial variability in diatom frustules as paleoindicators of lake acidification was described for three Precambrian Shield lakes in the Dorset region of southern Ontario.

Three statistical approaches were used to determine the amount of variability in the surface diatom assemblages of the three study lakes: (1) cluster analysis, (2) single and multivariate analysis of variance, and (3) analysis of variance components. The results, mutually collaborative, indicated that all three lakes had a significant amount of heterogeneity in the species composition of their surface diatom assemblages. Hence, one or a small number of random samples cannot adequately represent the "average" diatom flora of a lake. Samples regarded as being most representative of the whole lake occurred in the flat profundal regions located away from the deepest sediments. Factors influencing the species distributions included habitat characteristics, basin morphometry and allochthonous sources of diatoms. (*Glooschenko*)

Studies on the paleolimnology of acid susceptible lakes have been completed. The diatoms of the Turkey Lakes system show little, if any, impact by atmospheric loading in the area. (*Delorme*)

Atmospheric Transport of Pollutants. Studies have been conducted on the use of *Sphagnum* moss as a biomonitor of the atmospheric deposition of metals. Previous work has concentrated on point sources of metals in Ontario and Quebec, with emphasis on the smelters at Sudbury and Rouyn-Noranda. Also, background levels of metals were determined in remote areas of Ontario. In general, eastern Canadian mosses exhibited high contents of metals except in northern remote areas such as the Hudson Bay Lowland, the lower St. Lawrence River Valley and Labrador. This increased metal level in eastern Canada is undoubtedly related to the high urbanization and industrialization in the area. Sampling has been extended to boreal sites in western Canada from Manitoba to coastal British Columbia, and as far north as Yellowknife, N.W.T. Preliminary results indicate that metals are low and similar in concentration to those in remote, northern areas of eastern Canada. Exceptions included sites located near the smelters at Flin Flon and Thompson, Manitoba. Especially noticeable was lead, which was approximately one-quarter the level found in eastern sites and indicative of lower automobile density in western Canada. This study shows that *Sphagnum* mosses serve as valuable biomonitors of metal deposition. (*Glooschenko*)

Peatland Drainage. The utilization of peatlands for fuel or horticultural purposes is becoming more extensive in Canada. These activities involve the drainage of bogs prior to harvesting. Local modifications of the hydrologic regime may cause significant changes in water quality downstream, which can have an adverse ecological impact. Two sites were chosen to study such effects: Barrington Bog, Nova Scotia, and Sept-Îles, Quebec. At Barrington Bog, seasonal samples were taken from a proposed fuel peat harvesting site, its natural drainage creek, and the estuary into which it flows. At Sept-Îles, samples were obtained from three bogs and their drainages which were at differing stages of development for horticultural peat.

Dissolved organic matter (DOM) that drains from these bogs is predominantly acidic and can be classified as fulvic acid. The DOM in pore waters from deeper layers of the peat contains a greater proportion of humic acid. During periods of low flow (dry summer), the humic acid content of the natural drainage waters is increased relative to wetter periods. This suggests that drainage during drier periods comes from a greater depth in the bogs, exactly what would be expected following ditching. This change in character of the DOM in bog drainage may affect its acid strength, metal-binding capacity, and lability.

Profiles of major and minor elements were determined in pore water samples from a coastal bog (Barrington) and a continental bog (Ontario). Bog waters are depleted in Na, K, Ca and Mg relative to "normal" freshwaters. This fact coupled with their high DOM content means that bog waters are ideally suited for formation of metal-organic complexes. (*Bourbonniere, Glooschenko*)

Paleolimnology. During the past two summers, 12 cores have been collected from small lakes in Saskatchewan and Alberta. The study is supported by the Canadian Climate Program. The goal is the development of climatic proxy data to investigate the relationship between surface water chemistry and climate. The core from Humboldt Lake, Saskatchewan, shows five wet periods in the past 120 years (Fig. 2). This was preceded by three periods when total dissolved solids increased by 88%. (*Delorme*)

Statistical Analysis of Water Quality Data. For many environmental issues, such as lake and river water quality, toxic substances and acid rain, a common element is the need to know whether conditions have changed. The role of statistics is crucial here because there exist a number of sources of variation, and the apparent level of change must be compared with an appropriate level of variability. The results have been of two types: data analysis, and method development and identification. Pollen and diatom concentrations in sediment cores have been analyzed for changes with depth. Toxic contaminant data have been analyzed, and on the basis of three sets of data, it was concluded that an increase in loading of contaminants to the Niagara River is occurring between Fort Erie and Niagara-on-the-Lake. A procedure for grouping multiple depth profiles on the basis of similar form has been developed and this should permit statements about change with depth to be made for homogeneous groups of profiles. To facilitate statistical analyses, a Fortran program for estimating abrupt changes has been made available in a report, and a collaborative project has been undertaken to prepare a data analysis and presentation manual for the Water Quality Branch. (*Esterby*)

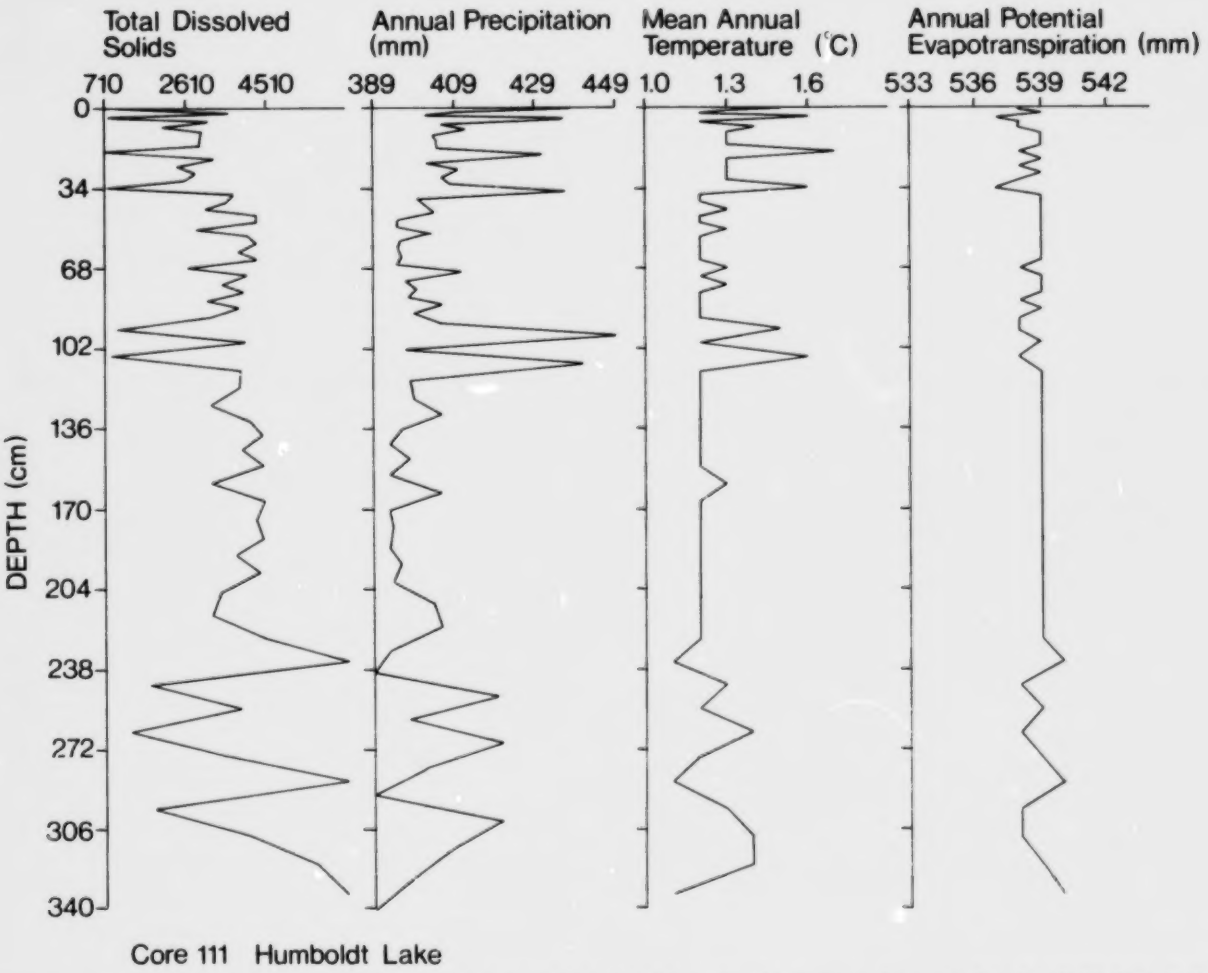


Figure 2. Comparative interpretive profiles of total dissolved solids with three climatic parameters for a core from Humboldt Lake, Sask.

GREAT LAKES REHABILITATION SECTION

The Great Lakes Rehabilitation Sect on continued work on research projects related to the Canada–U.S. Agreement on Great Lakes Water Quality. Projects included work on internal nutrient loading of lakes, availability of non-point phosphorus loads, oxygen in Lake Erie, trends in Lake Erie water quality, nutrient and contaminant movement in the St. Lawrence River and Lake St. Clair, and the ecology and potential control of nuisance macrophytes.

Lake Erie. A compilation of historic water quality data continued as a way of documenting the eutrophication cleanup carried out under the Agreement. The oxygen depletion in the bottom layer of the Central Basin has been of concern for many years and could be expected to improve under present controls but become worse if controls were relaxed. Our research has shown that oxygen levels at the end of the summer depend greatly on the weather. Figure 3 shows that there has not been a clear trend to higher oxygen levels over the last 15 years of nutrient reductions. Surveys conducted using our NWRI profiling equipment revealed widespread low oxygen conditions in 1985 owing to prolonged stratification. On the other hand, algal populations measured by chlorophyll have decreased by 38% from 1969 to 1978. Transparency, like oxygen, is quite variable, but the offshore waters permit visibility of a Secchi disk to a depth of 7 m, which is more than acceptable for recreational use. The NWRI oxygen/temperature profiler performed well in 1984/85. A calibrating water bath was constructed and engineering developments progressed toward an expanded prototype incorporating turbidity, conductivity and pH sensors. (*Dobson, Charlton*)

The response of lakes to nutrient loading changes depends on storage and release mechanisms in the sediments. Experiments with sediment traps have shown that large quantities of phosphorus are made available by natural resuspension of sediments. A new effort was made to quantify the internal loading by diffusion of soluble nutrients. Dialysis samplers were installed in the lake bottom and permitted to equilibrate with the pore water before they were removed for chemical analysis. Results (Fig. 4) show that soluble phosphorus (SRP) is regenerated at very high concentrations in the sediments. These regeneration processes may supply significant amounts of phosphorus to the lake water. A statement of the overall importance of internal loading is being prepared. (*Rosa*)

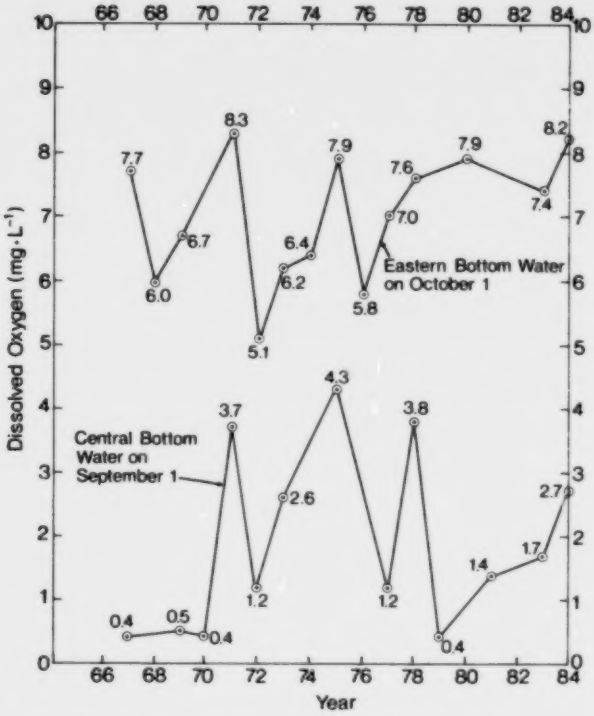


Figure 3. Dissolved oxygen in central and eastern Lake Erie; mean values in the bottom waters in late summer of each year.

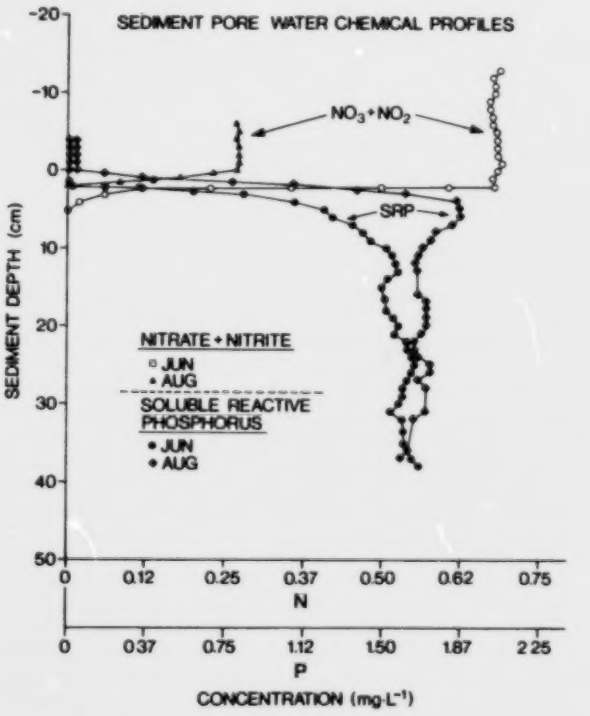


Figure 4. Regeneration of pore water soluble reactive phosphorus (SRP) and hypolimnion nitrogen during stratification in Lake Erie.

Sediment Chemistry. Studies of sediment phosphorus forms have shown that approximately 50% of the non-apatite phosphorus (NAIP) can potentially be regenerated. Over the last five years, the oxidation status of Lake Erie sediments has improved. This suggests that while regeneration due to anoxia should become less frequent, an anoxic situation would result in massive release. Lake Ontario sediments in the Kingston Basin were more reduced than Lake Erie sediments. The binding capacity of Lake Ontario sediments is about 3500 $t \cdot yr^{-1}$, which is consistent with target phosphorus loads. Studies of iron-sulphur compounds in lakes of British Columbia and Alberta have revealed that in Figure Eight Lake, the use of copper-based algicides resulted in the disruption of normal sulphate-reducing bacteria in the bottom sediments. This changed iron–sulphur–phosphorus relationships in the water. (*Manning*)

Lake St. Clair. As part of the Canada/Ontario/U.S. Upper Great Lakes Connecting Channels Study, a sediment trap study and water quality surveys were conducted in Lake St. Clair in 1985. The sediment traps collected samples of contaminated suspended sediments. The rate of accumulation in the traps was much higher than in deep lakes, which means that most of the particulate material in the water is derived from resuspended sediments. The study was coordinated with members of the Aquatic Physics and Systems Division, Hydraulics Division and Environmental Contaminants Division. Analyses of contaminants in the samples will be related to industrial effluents in the St. Clair River. (*Charlton, Dobson*)

St. Lawrence River. In cooperation with the Environmental Contaminants Division and Inland Waters Directorate–Quebec Region, a survey of benthic invertebrates was conducted in the St. Lawrence River between Cornwall and Trois-Rivières. A sparse but diverse fauna was found at most sites. A collection of large clams was returned to the laboratory for contaminants analysis. The St. Lawrence carries a considerable suspended sediment load and this was sampled using sediment traps. Despite the currents, the traps caught enough sediment for analyses of moving contaminants. The sediment traps proved to be an efficient way of collecting integrated suspended sediment samples. (*Charlton*)

Macrophytes. The invasion of lakes by Eurasian watermilfoil has created aesthetic damage and reduced recreation opportunities. The ecologically sound control technology of harvesting has not achieved long-term control. Short-term harvesting experiments have demonstrated control extending only to the year after harvesting; long-term experiments were necessary to determine whether the efficacy of harvesting could be enhanced. From 1981 to 1984, we conducted a double harvest each year in a 2-ha plot in Buckhorn Lake, Ontario. A reduction in biomass was achieved (Fig. 5). The areal density of milfoil plants decreased and individual plants were smaller. Effects on tissue chemistry and sediment chemistry were observed. The results of these experiments were interpreted and included in a report, the subject of which was how to maximize the control effect of harvesting.

The nuisance alga, *Cladophora*, grows in rocky shoreline areas of Lakes Ontario, Erie and Huron. Storm events can result in aesthetically unpleasant accumulations on beaches. *Cladophora* was sampled in Lake Ontario during 1972 and again in 1982/83 to determine whether the phosphorus control program had resulted in a reduction of *Cladophora* productivity. The lakewide average biomass had decreased by 58% and the lakewide average tissue phosphorus had decreased by 59%. The tissue phosphorus concentrations did not limit growth in 1972 but were low enough to limit growth in 1982/83.

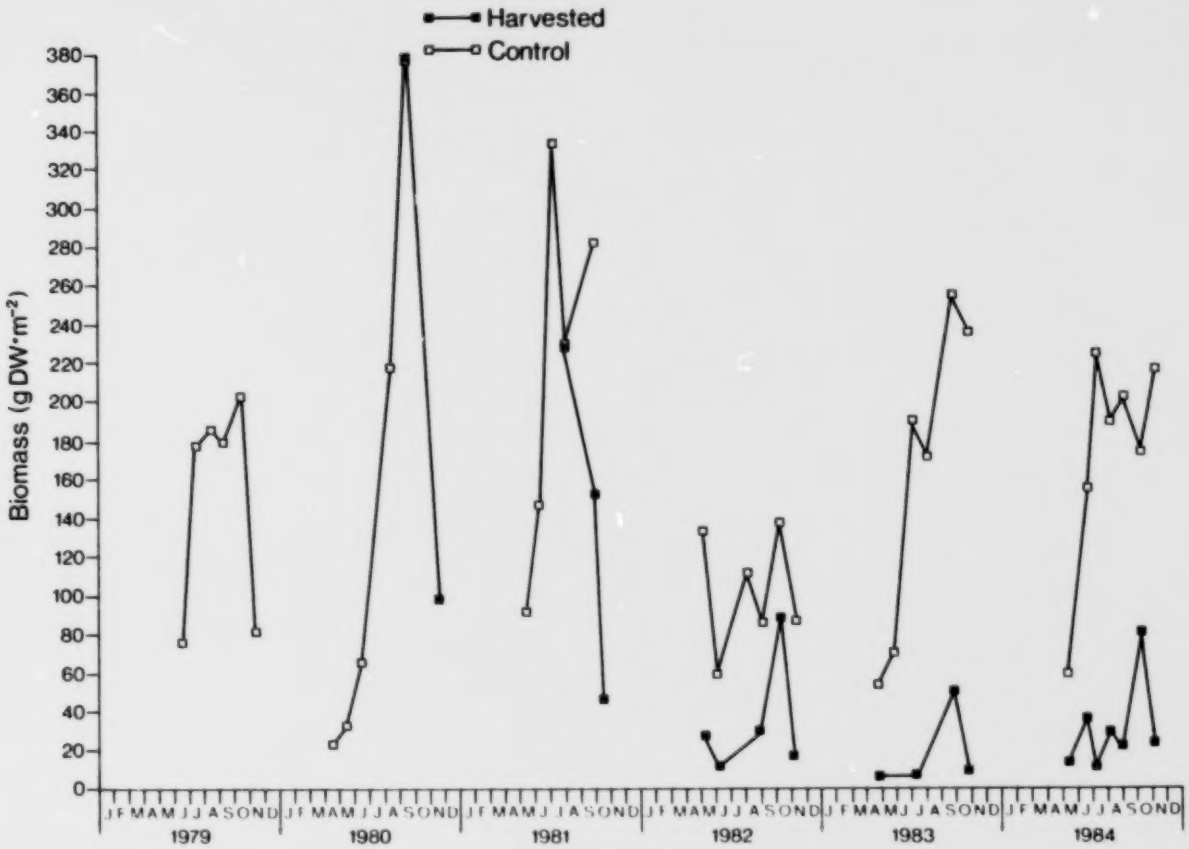


Figure 5. The effect of harvesting on milfoil biomass. DW – dry weight.

Numerous presentations were made to citizens' groups concerned with the impact of macrophytes on their usage of water resources. Predicted growth rates are now also limited by tissue phosphorus (Fig. 6). (*Painter*)

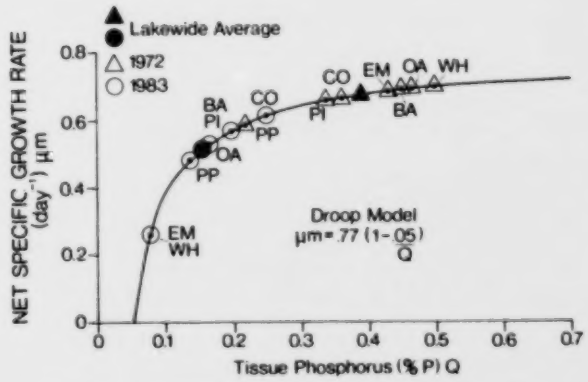


Figure 6. 1972 and 1983 tissue phosphorus in relation to Auer and Canale nutrient-growth model. For symbols see Painter and Kamis (1985) in list of publications at end of section.

NUTRIENT PATHWAYS SECTION

The Nutrient Pathways Section continued to research lake restoration techniques, taste and odour problems in municipal water supplies, the effect of toxic substances and nutrients on biological processes (i.e., algal and bacterial productivity and metabolic activities), and the functional roles of selected organic substances found in lake waters.

Microbial Ecology. The effect of certain heavy metals on the metabolic activities (^{3}H-thymidine incorporation into DNA) of the natural bacterial population found in Hamilton Harbour was tested. The organisms were found to be very sensitive to mercury (EC_{50} = <0.001 ppm) and copper (EC_{50} = 0.027 ppm). The organisms were affected to a lesser degree with aluminum and cadmium (EC_{50}'s of 0.29 and 1.40 ppm, respectively). The incorporation of thymidine was not affected by the presence of 50 ppm atrazine. A DNA purification procedure was modified and used to improve the accuracy of bacterial productivity determinations. (*Burnison*)

One of the highlights in this field was the International Symposium for Aquatic Microbial Ecology held at the Canada Centre for Inland Waters on May 13–15, 1985. Thirty-five speakers from nine countries presented their current research interests. (*Burnison*, Rao–Analytical Methods Division)

Natural Organics. Colloidal fibrils in lake water were investigated for their capacity to form organic coatings. Suspended

organic particles (>5-μm diameter) usually displayed an external coating of fibrils. In the interior of complex mixed particles (whose size was the consequence of the aggregation of smaller particles), fibrils were identified as the adhesive material between smaller particles. Thus fibrils appear to modulate sedimentation of smaller particles by two mechanisms: (1) as a surface "lubricant" to affect drag reduction and (2) as a natural "glue" to facilitate flocculation. From this information one can speculate that many particle-contaminant interactions cannot be modelled properly unless fibril modulation of the interactions is considered. In a joint Aquatic Ecology Division–University of Geneva study, a technique was devised to isolate an undegraded fulvic acid fraction from lake water. Using purified isolates of the native fulvic acid, the aggregation properties (loss from solution onto surfaces) of this metal-complexing substance were characterized. Using physico-chemical techniques, colloid formation was described in terms of changes in molecular weight, degree of hydration and fulvic-fulvic acid interactions. Surface-facilitated dehydration was revealed as the mechanism for the formation of organic colloidal coatings from fulvic acids in the dissolved state. The improved understanding of these mechanisms may permit new insight into metal speciation changes in aquatic ecosystems and into design schemes for fractionating lake water by ultrafiltration. (*Leppard*)

In cooperation with the Water Quality Branch, Western and Northern Region, and the city of Regina, Saskatchewan, sampling and analysis for taste and odour compounds were carried out on the local water supply during the summer of 1984. The results were incorporated into a larger study commissioned by the cities of Regina and Moose Jaw prior to commencement of granulated activated carbon filtration at the Buffalo Pound Water Treatment Plant (BPWTP) for taste and odour removal. The city of Regina was also interested in spatial variations of taste and odour compounds throughout the city to determine whether they could be produced in the distribution system. Quantitative analyses for geosmin and 2-methylisoborneol were carried out on samples from the distribution system and on the raw and finished water from the BPWTP. Geosmin was detected in most samples, while 2-methylisoborneol was absent. Maximum concentrations occurred in late August (Fig. 7). The higher concentrations observed in the finished water may be explained by (1) the analytical method giving lower recovery of geosmin from raw water samples or (2) geosmin being released from algal cells which break open during the water treatment process. Current evidence supports this latter possibility. (*Brownlee*)

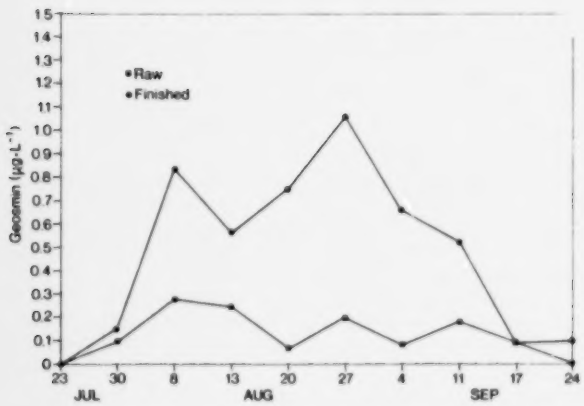


Figure 7. Geosmin concentration in raw and finished water from Buffalo Pound Lake, Sask., 1984.

Lake Restoration. Advice on lake restoration techniques has been given to various provincial agencies for a number of lakes. Understanding the cycling of iron in lakes is very critical in the selection of the proper method of restoration. Studies on Frisken and Chain lakes, British Columbia, have shown that both lakes have sediments rich in pyrite. The formation of pyrite is thought to contribute to the establishment of iron limitation common in lakes on the Thompson Plateau, B.C. The lime treatments of Frisken Lake in 1983 and 1984 have had a long-term effect on improving water clarity. Figure 8 shows that phosphorus concentrations were lower than pretreatment values and similar to data from the summer the lake was treated. Chlorophyll concentrations were lower than pretreatment but not as low as the summer the lake was treated (blue-green algal blooms were blocked throughout the summer of 1984). Lime treatment also resulted in a 50% reduction in the dissolved organic carbon (DOC) in the lake water. The removal of the DOC resulted in an enhanced efficiency of lime treatment. In Figure Eight Lake, Alberta, which had previously been treated with copper sulphate, analyses indicated that pyrite formation had been restricted and bacterial assimilation of acetate suppressed in the lake sediments. Copper toxicity is thought to be the cause of the amphipod collapse and chironomid avoidance of the surface sediments. (*Murphy*)

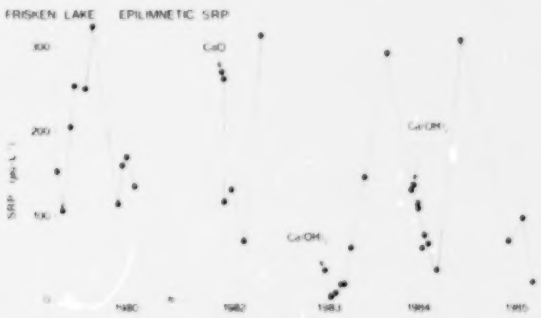


Figure 8. Epilimnetic soluble reactive phosphorus (SRP) concentration in Frisken Lake, B.C.

Nutrient Limitation. A joint Aquatic Ecology Division–Aquatic Physics and Systems Division collaboration on Lake Ontario integrated the influence of wind and temperature on currents and stratification patterns with nutrient studies (Water Quality Branch–Ontario Region, and the Aquatic Ecology Division). Seasonal patterns for nutrient changes were observed across a transect crossing the lake from Port Hope. Physiological indicators for phosphate deficiency were compared to determine the duration and degree of phosphate limitation of phytoplankton growth. Rates of regeneration of nutrients by zooplankton grazing were calculated and the size spectrum of the plankton related to the degree of nutrient deficiency. The rates of recycling of phosphorus within the trophogenic zone were calculated and a detailed flow diagram was prepared. A special issue of the *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (in preparation) will contain articles relating to Lake Ontario nutrient assessment. (*Lean*)

STAFF LIST

Chief — J.M. Barica, B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Secretary — M. Jurkovic
Administrative Officer — F. Boyd

Nutrient Pathways Section

Head

B.K. Burnison, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	microbial ecology, biochemistry of lake colloids

Researchers

A. Abbott, B.Sc.	phosphorus kinetic studies and data analysis
B.G. Brownlee, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	taste and odour compounds, nutrients
D.R.S. Lean, B.Sc., Ph.D.	ecosystem engineering, phytoplankton physiology
G.G. Leppard, B.A., B.S., MA., M.S., M.Phil., Ph.D.	aquatic biophysics, ultrastructure of lake colloids
T.P. Murphy, B.Sc., M.Sc.	limnology, lake restoration

Visiting Scientist

H.J. Fricker, Ph.D.	zooplankton grazing, size fractionation

Technical Staff

K. Edmonson, B.Sc.
G.A. MacInnis, B.Sc.
D.J. Nuttley
D. Urciuoli, B.Sc.

Great Lakes Rehabilitation Section

Head

M.N. Charlton, B.Sc., M.Sc.	lake productivity, oxygen, sedimentation

Researchers

H.F.H. Dobson	nutrient regime
L.L. Kalas, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	benthic ecology
P.G. Manning, B.Sc., Ph.D.	sediment-water interactions
D.S. Painter, B.Sc., M.Sc.	aquatic macrophytes ecology
F. Rosa, B.Sc.	oxygen, particle settling, resuspension, Lake Erie

Technical Staff

W.G. Booth
T. Mayer, M.Sc.
J. Wood, B.Sc.

Volunteers

Lise Parent
Dirk Roels
Angela Bianchi

Ecology Impact Section

Head

W.A. Glooschenko, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	wetlands ecology, sediment geochemistry, peat impact
S.R. Esterby, B.A., Ph.D. (as of September 1/85)	applied statistics, specialization in limnology and ecology

Researchers

R.A. Bourbonniere, B.A., M.Sc., Ph.D.	organic geochemistry
L.D. Delorme, B.A., M.Sc., Ph.D.	paleolimnology
J.O. Nriagu, B.Sc., M.S., Ph.D.	geochemistry, cycling of trace metals and sulphur in aquatic ecosystems
H.K.T. Wong, B.Sc.	geochemistry, geochronology

Post Doctoral Fellow

Y.K. Soon, Ph.D.	soil chemist, nutrient cycling
D. Holdway, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	geochemistry

Technical Staff

R. Coker
N. Harper, B.S.
L.D. Holloway, B.Sc.

Volunteer

Johanne Legault, B.Sc.

COMMITTEE MEMBERSHIP

J. Barica

- Editorial Board, *Water Pollution Research Journal of Canada*
- Canadian National Representative, SIL/SCL
- Great Lakes Working Group, Eutrophication Issue Group
- Plains Aquatic Research Group, Executive Committee
- Symposia Group, Canadian Committee IAWPRC
- Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*

R.A. Bourbonniere

- Peat Environmental Committee

B.K. Burnison

- CCIW Radionuclide Control Committee
- Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*
- International Symposia on Aquatic Microbial Ecology — Co-Chairman

M.N. Charlton

- Lake Erie Surveillance Task Force
- Lake Superior Surveillance Task Force
- IOC Surveillance Work Group
- COA Surveillance Subcommittee
- Associate Editor, *Journal Great Lakes Research*
- Board of Directors, International Association for Great Lakes Research

L.D. Delorme

International Union for the Conservation of Nature

IUCN Survival Service Commission

Canadian Committee on Climatic Fluctuations and Man

Task Force on Proxy Data

Atmospheric Environment Service, Inland Waters Directorate contact person for the Carbon Dioxide Committee

S.R. Esterby

Canadian Committee on Climatic Fluctuations and Man

W.A. Glooschenko

DOE Peat Environmental Committee, Chairman 1985/86

Editorial Board, *Geoscience Canada*

DOE Coral Group

National Wetlands Working Group

Canadian Committee on Ecological Land Classification

Society of Wetland Scientists — President 1983/84; Canadian representative since 1985

D.R.S. Lean

Standard Methods Advisory Group

S. Painter

Aquatic Plant Harvesting Guidelines Committee

Aquatic Plant Management Society, local chapter's committee

J.O. Nriagu

Canadian National Committee for SCOPE

SCOPE Scientific Committee on Metal Cycles

International Committee for Symposia on Environmental Biogeochemistry

Editorial Board, *Chemical Geology*

Editorial Board, *Tellus*

Associate Editor, *Science of the Total Environment*

Editor, *Advances in Environmental Science and Technology*

Editorial Board, *Reclamation and Revegetation Research*

NRC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, Subcommittee on Heavy Metals

PUBLICATIONS

Anderson, J.E., A.H. El-Shaarawi, **S.R. Esterby,** and T.E. Unny. 1984. Dissolved oxygen concentrations in Lake Erie (U.S.A.–Canada). 1. Study of spatial and temporal variability using cluster and regression analysis. J. Hydrol., 72: 209–229.

Browniee, B.G., D.S. Painter, and R.J. Boone. 1984. Identification of taste and odour compounds from western Lake Ontario. *Water Pollut. Res. J. Can.*, 19: 111–118.

Carignan, R., and **D.R.S. Lean.** Lake chemistry as influenced by diffusive fluxes of dissolved substances across the sediment-water interface of a seasonally anoxic lake. Limnol. Oceanogr. In press.

Carignan, R., and **J.O. Nriagu.** 1985. Trace metal deposition and mobility in the sediments of two lakes near Sudbury, Ontario. Geochim. Cosmochim. Acta, 49: 1753–1764.

Caron, D.A., F.R. Pick, and **D.R.S. Lean.** 1985. Chroococcoid cyanobacteria in Lake Ontario: vertical and seasonal distributions during 1982. J. Phycol., 21: 171–175.

Charlton, M.N. 1985. Lake Erie oxygen revisited. NWRI Contribution No. 85–37. Submitted to J. Great Lakes Res.

Charlton, M.N. Organic material sedimentation rates in Lake Erie, 1979. Submitted to J. Great Lakes Res. In press.

Dobson, H.F.H. 1984. Lake Ontario Water Chemistry Atlas. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Ottawa, Sci. Ser. No. 139, 59 pp.

El-Shaarawi, A.H., and **S.R. Esterby.** 1984. Statistical analyses of Niagara River data for the Niagara River Toxics Committee report. NWRI Contribution No. 84–37.

El-Shaarawi, A.H., **S.R. Esterby,** N.D. Warry, and K.W. Kuntz. 1985. Evidence of contaminant loading to Lake Ontario from the Niagara River. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 42(7): 1278–1289.

Esterby, S.R. 1985. Statistical methods for studying biotic responses to persistent toxic substances. NWRI Contribution No. 85–106.

Esterby, S.R. 1985. A program for estimating the point of change and degree in polynomial regression. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Burlington, Ontario, Sci. Ser. No. 147, 13 pp.

Esterby, S.R., and A.H. El-Shaarawi. 1984. Coliform concentration in Lake Erie — 1966 to 1970. Hydrobiologia, 111: 133–146.

Esterby, S.R., L.D. Delorme, H. Duthie, and **N.S. Harper.** 1985. Analysis of multiple depth profiles in sediment cores: An application to pollen and diatom data. Hydrobiologia. In press.

Glooschenko, W.A. 1986. Monitoring the atmospheric deposition of metals by use of bog vegetation and peat profile. Adv. Environ. Sci. Technol., 17: 507–533.

Glooschenko, W.A., R.A. Bourbonniere, and W. Shotyk. 1985. Environmental impact of peat harvesting and combustion upon aquatic ecosystems. Symposium 85 — A Technical and Scientific Conference on Peat and Peatlands. NWRI Contribution No. 85–100. In press.

Glooschenko, W.A., L. Holloway, and N. Arafat. 1986. The use of mires in monitoring the atmospheric deposition of heavy metals. Aquatic Botany. In press.

Harper, N.S. 1985. Palynology from Humboldt Lake (Core 111), Saskatchewan. Tech. Note AED-85-4, NWRI, Burlington, Ontario, 20 pp.

Holloway, L., and **L.D. Delorme.** 1985. Specific gravity determinations of sediments from Humboldt Lake (Core 111) and Lonetree Lake (Core 115), Saskatchewan. Tech. Note AED-85-6, Burlington, Ontario, 21 pp.

Holloway, L., and **L.D. Delorme.** 1985. Specific gravity determinations of sediments from Saskatchewan Lake cores (108, 109, 118, 120). Tech. Note AED-85-1, NWRI, Burlington, Ontario, 12 pp.

Holloway, L., and **L.D. Delorme.** 1985. Specific gravity determinations of sediments from Alberta Lake cores (110, 112, 113, 114, 116, 117). Tech. Note No. 2, AED-85-2, NWRI, Burlington, Ontario, 17 pp.

Leppard, G.G. 1984. The ultrastructure of lacustrine sedimenting materials in the colloidal size range. Arch. Hydrobiol., 101: 521–530.

Leppard, G.G. 1984. Organic coatings on suspended particles in lake water. Arch. Hydrobiol., 102: 265–269.

Leppard, G.G. 1984. Relationships between fibrils, colloids, chemical speciation and the bioavailability of trace heavy metals in surface waters — a review. NWRI Contribution No. 84–45.

Leppard, G.G. 1985. Transmission electron microscopy applied to water fractionation studies — a new look at DOC. Water Pollut. Res. J. Can., 20(2): 100–110.

Leppard, G.G., J. Buffle, and R. Baudat. 1985. A description of the aggregation properties of aquatic pedogenic fulvic acids — combining physicochemical data and microscopical observations. Water Res. In press.

Manning, P.G., T. Birchall, and W. Jones. 1984. The partitioning of nonapatite inorganic phosphorus in sediments from Lakes Erie and Ontario. Can. Mineral., 22: 357–365.

Manning, P.G., K.R. Lum, **H.K.T. Wong,** and T. Birchall. 1985. Origin and age of the ferrihydrite layer in Lake Ontario sediments. Can. Mineral. 23: 103–110.

Martini, J.P., and **W.A. Glooschenko.** 1985. Cold climate peat formation in Canada and its relevance to Lower Permian coal measures of Australia. Earth-Sci. Rev., 22: 107–140.

Mathias, J.A., and **J. Barica.** 1985. Gas supersaturation as a cause of early spring mortality of stocked trout. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 268–279.

Meyer, T. 1984. Phosphorus mobility in sediments upon lake acidification. NWRI Contribution No. 84–44.

Meyer, T. 1985. A review of procedures for evaluation of bioavailable phosphorus in particulate materials. NWRI Contribution No. 85–105.

Meyer, T., and J.R. Kramer. 1985. Effect of lake acidification on the uptake of phosphorus by sediments. NWRI Contribution No. 85–104. Submitted to Water, Air and Soil Pollution.

McQueen, D.J., **D.R.S. Lean,** and M.N. Charlton. Iron-phosphorus interactions in anoxic and aerated hypolimnetic water. Water Res. In press.

Murphy, T.P., K.J. Hall, K.I. Ashley, A. Mudroch, M. Mawhinney, and H. Fricker. 1985. In-lake precipitation of phosphorus by lime treatment. NWRI Contribution No. 85–167.

Nagy, E., and **D.S. Painter.** 1985. Season variations of 2,4-D in Buckhorn Lake. Water Pollut. Res. J. Can., 20(1): 106–116.

Nriagu, J.O. 1985. Cupellation: The oldest quantitative chemical process. J. Chem. Educ., 62: 668–674.

Nriagu, J.O. 1985. Lead contamination of the Canadian environment. In Proc. Health Effects Workshop, Commission on Lead in the Environment, Royal Society of Canada. In press.

Nriagu, J.O. 1985. Historical perspective on the contamination of food and water with lead. In *Dietary and Environmental Lead*, K.R. Mahaffey (ed.), Elsevier, Amsterdam, pp. 1–41.

Nriagu, J.O., and *Y.K. Soon. 1985. Distribution and isotopic composition of* sulphur in sediments of northern Ontario. Geochim. Cosmochim. Acta, 49: 823–834.

Oliver, B.G., and **R.A. Bourbonniere.** 1985. Chlorinated contaminants in surficial sediments of Lakes Huron, St. Clair and Erie: implications regarding sources along the St. Clair and Detroit rivers. J. Great Lakes Res., 11: 366–372.

Painter, D.S., and G. Kamaitis. 1985. Reduction of *Cladophora* biomass and tissue phosphorus in Lake Ontario, 1972–1983. NWRI Contribution No. 85–39.

Painter, D.S., and J. Waltho. 1985. Short-term effect of harvesting on milfoil growth. NWRI Contribution No. 85–36. Submitted to Proc. 1st Int. Symp. on Eurasian watermilfoil.

Rosa, F. 1985. Sedimentation and sediment resuspension in Lake Ontario. J. Great Lakes Res., 11(1): 13–25.

Solomon, K.R., J.Y. Yoo, **D.R.S. Lean,** N.K. Kaushik, K.E. Day, and G.L. Stephenson. A study on the evaluation of the impact of Permithrin on aquatic communities. II. Permithrin dissipation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. In press.

Solomon, K.R., J.Y. Yoo, **D.R.S. Lean,** N.K. Kaushik, K.E. Day, and G.L. Stephenson. Methoxychlor distribution, dissipation and effects in freshwater limnocorrals. Environ. Toxicol. Chem. In press.

Wong, H.K.T., and **J.O. Nriagu.** 1985. Particulate metal dynamics in lakes near the smelters at Sudbury, Ontario. In Proc. of Trace Substances and Environmental Health, Vol. 18, D.D. Hemphill (ed.), University of Missouri at Columbia, pp. 416–426.

Wong, H.K.T., and **J.O. Nriagu.** 1985. Flux of particulate metals into a remote lake in Algonquin Park, Ontario. In Proc. of Trace Substances and Environmental Health, D.D. Hemphill (ed.). In press.

The Aquatic Physics and Systems Division conducts integrated and multidisciplinary research programs in general areas of physical limnology, environmental optics and remote sensing, environmental modelling and simulation and acidification of aquatic systems. The Division contributes to management of Canadian freshwater resources on two levels. First, it contributes to the fundamental understanding of physical processes and to the elucidation of interactions between components of aquatic systems. Secondly, through the application of models, the Division achieves an appropriate level of synthesis for identification and assessment of water management alternatives in complex aquatic systems. The Division provides support for Data Management, archiving and computer programming assistance for NWRI research programs and the WHO Collaborating Centre. These responsibilities are shared among four sections: Physical Limnology, Environmental Simulation, Environmental Optics, and Data Management.

PHYSICAL LIMNOLOGY SECTION

The goals of the Physical Limnology program are to describe and quantify physical processes such as mean transport and turbulent mixing to assist the interpretation of biological and chemical experiments, surveillance measurements, and to provide input to water quality concerns involving the transport and dilution of contaminated effluents. To achieve these goals the Section collects field observations, analyzes and interprets data, and synthesizes results through theoretical and modelling studies. Most of the Section's work supports multidisciplinary NWRI programs. Other clients and collaborators are provincial agencies (Ontario Ministry of the Environment, Ontario Ministry of Natural Resources, Ontario Hydro), municipal authorities and consulting engineers.

Lake Erie Studies. Although the synthesis report of the 1979 and 1980 Lake Erie experiments has been delayed, and will now be a special issue of the *Journal of Great Lakes Research* in early 1986, further scientific progress has been made. A strong coupling between transient thermal structure and near inertial period currents has been demonstrated. This has been confirmed by analysis of data from the prototype profiling system GVAPS. A successful finite-element storm surge model, a first of its kind, has been developed and tested on the Lake Erie data set that includes data from deep water tide gauges. (*Boyce, Hamblin*)

Lake Ontario Studies. Analysis of the 1982–83 circulation experiment in Lake Ontario culminated in a major report by Simons and Schertzer and a series of papers. The persistent flow eastward along the south shore of the lake and the counterbalancing westward flow mid-lake can be related to the distribution of contaminants in the sediments of Lake Ontario.

Concern with respect to the juxtaposition of outfalls and drinking water intakes along the densely populated and heavily industrialized north shore of Lake Ontario prompted a multidisciplinary field program in 1984. The physical study, with its array of thermistor strings extending from Hamilton to Cobourg, emphasized the alongshore development of flow episodes where previous studies had emphasized the cross-sectional structure of the coastal boundary layer. Alongshore current speeds often exceed 20 km·day^{-1}, and episodes between current reversals last from five to ten days; total alongshore displacement of water may exceed 100 km. (*Simons*)

Niagara River Studies. Field experiments continued in the Niagara River area through the 1984 and 1985 field season. Of particular note are the long-term trajectories obtained by satellite-tracked drifters, an example of which is shown in Figure 9. The satellite drifter program has been operated in close participation with the Great Lakes Environmental Research Laboratory (U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]) in Ann Arbor, Michigan. These studies were carried out in support of the toxic contaminants surveys undertaken by the Environmental Contaminants Division. (*Murthy*)

Lake St. Clair Experiments. The physical program was undertaken in support of the Upper Great Lakes Connecting Channels Study and focussed on Lake St. Clair. It was coordinated with programs developed at the U.S. EPA laboratory in Grosse Ile and at the NOAA laboratory in Ann Arbor. Two goals were addressed. The first was to provide sufficient information on the distribution of horizontal currents in the lake to verify a numerical circulation model. The second was to study the transport of suspended material through the lake, recognizing the importance of this material as a compartment for organic contaminants. The bulk of the current meter information was collected with Neil Brown vector averaging acoustic current meters (model SACM). This is the first time we have deployed these instruments and we have been encouraged by the excellent return of data (>90%). A mid-lake tower was installed and instrumented to serve as the focal point of an intensive sediment resuspension experiment conducted during September and October 1985. (*Bull*)

Yukon River Headwater Lakes Study. A series of under-ice temperature profiles in the outflow regions of several Yukon River headwater lakes resulted in more detailed knowledge of the outflow dynamics of lakes and an estimate of the heat transfer coefficient between ice and water. This information is essential to the modelling of ice-covered lakes. (*Hamblin*)

ENVIRONMENTAL SIMULATION SECTION

The main objective of the Environmental Simulation Section is to develop and maintain a modelling capability for the integration of research results and data from the various disciplines of water sciences. This is achieved by developing a general modelling framework that can be readily adapted to address a wide range of environmental problems such as lake eutrophication, toxic contamination and watershed acidification. The purpose of the models is threefold: to make predictions and provide guidelines and trend analysis for

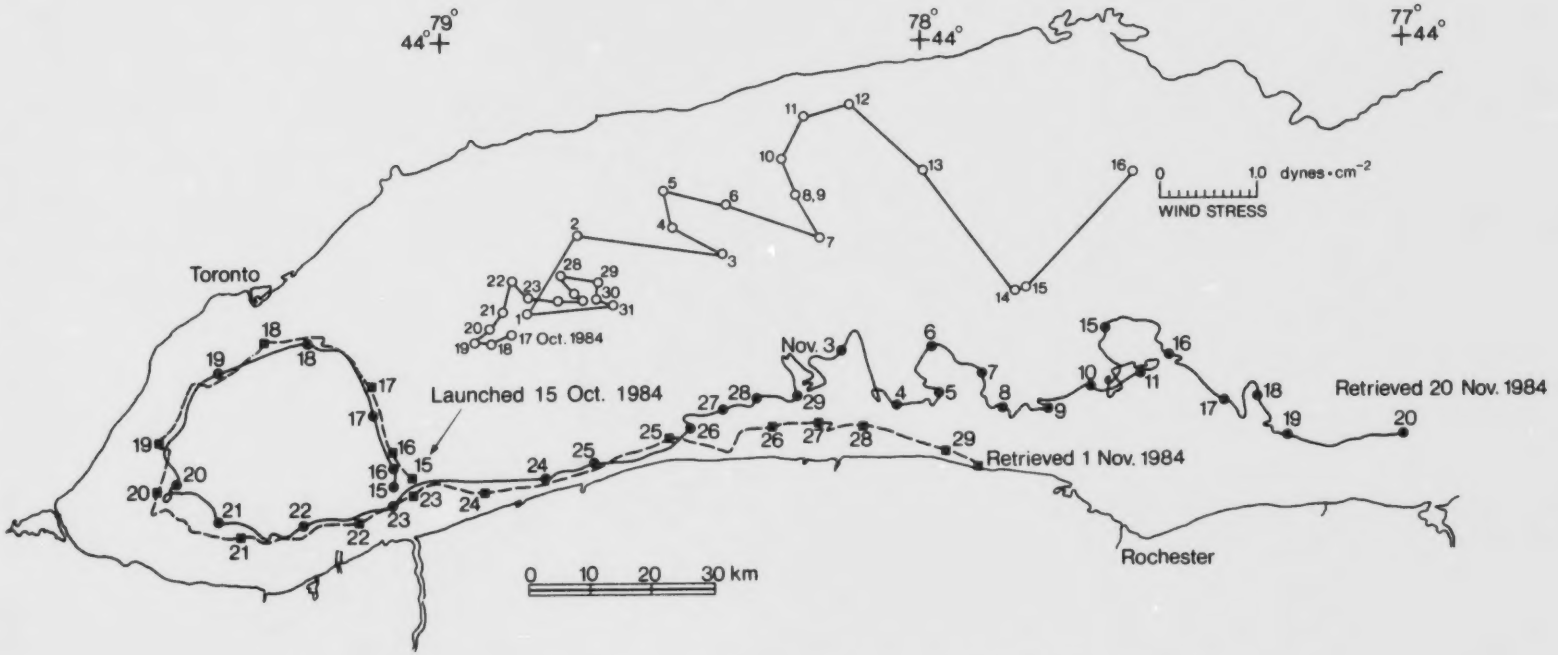


Figure 9. Lagrangian drifter experiment to track Niagara River plume, October 15 to November 20, 1984.

environmental management problems; to provide feedback to ongoing research and monitoring programs on the gaps of knowledge; and to maintain a strong focus of systems modelling expertise in the Aquatic Physics and Systems Division and consolidate modelling efforts by close collaboration with other divisions.

St. Clair River Contaminant Model. The St. Clair River system connects Lake Huron with Lake Erie. A large number of industries are located along its shores to utilize the large amount of water flowing through the system (about 6000 $m^3 \cdot s^{-1}$). Toxic contaminants in the river water and in the bottom sediments are the result of the industrial development along the river and lake shores. To assess the hazard or potential hazard of the chemicals, mathematical modelling and simulation techniques can be used to quantify and predict the concentrations of the chemicals in various parts of the system, such as Lake St. Clair. The computer model integrates information on the chemical properties with the environmental properties to produce reliable predictions of the fate of the toxic contaminants found in the system. The mathematical model TOXFATE, previously used to predict the fate of toxic contaminants entering Lake Ontario from the Niagara River, is being adapted to simulate the environmental conditions in the St. Clair River system. TOXFATE is being coupled with a hydrodynamic model of Lake St. Clair to predict the spatial distribution pattern of toxic contaminants and nutrients in the water and in the bottom sediments. Results of the simulations are displayed using personal computers such as the Commodore 64 or the IBM PC; Figure 10 shows an example of such an interactive display. (*Halfon, Simons*)

Niagara River Contaminant Loading. There are two hypotheses regarding the pollution concentration distribution along the Niagara River. One is that the concentration of pollutants is the same throughout the length of the river. The other is that the concentration is generally higher in the downstream portion. Statistical methods and the complete-linkage clustering analysis have been used to test these hypotheses. This method has been applied to the observed data of chlorinated organics and heavy metals collected from large-volume water samples and in suspended sediments at five stations (Fig. 11): Fort Erie (FE), Chippawa (C), Wheatfield (W), Queenston (Q) and Niagara-on-the-Lake (NOTL), with one or two samples per station once during May, July and October–November of 1981, respectively. The general results show that concentrations at NOTL and Q are similar to each other but are different from the concentrations at other locations. The locations FE, C and W always form a group.

More specifically, it is found that out of the 30 chemicals, 16 show a significant increase in concentration in the downstream direction, 8 do not show such a trend, and the remaining 6 are below detection level. (*El-Shaarawi*)

Watershed Acidification Model. A watershed acidification model has been developed to investigate the impact of acidic deposition on Canadian watersheds. The model considers the sulphate ions as mobile entities that follow the complicated water pathways through the snowpack, the surface soil layers, ground water, streams and lakes. Depending on the duration and the nature of the soil and water contact, these ions can cause major disruptions to the chemical balances in the aquatic regimes.

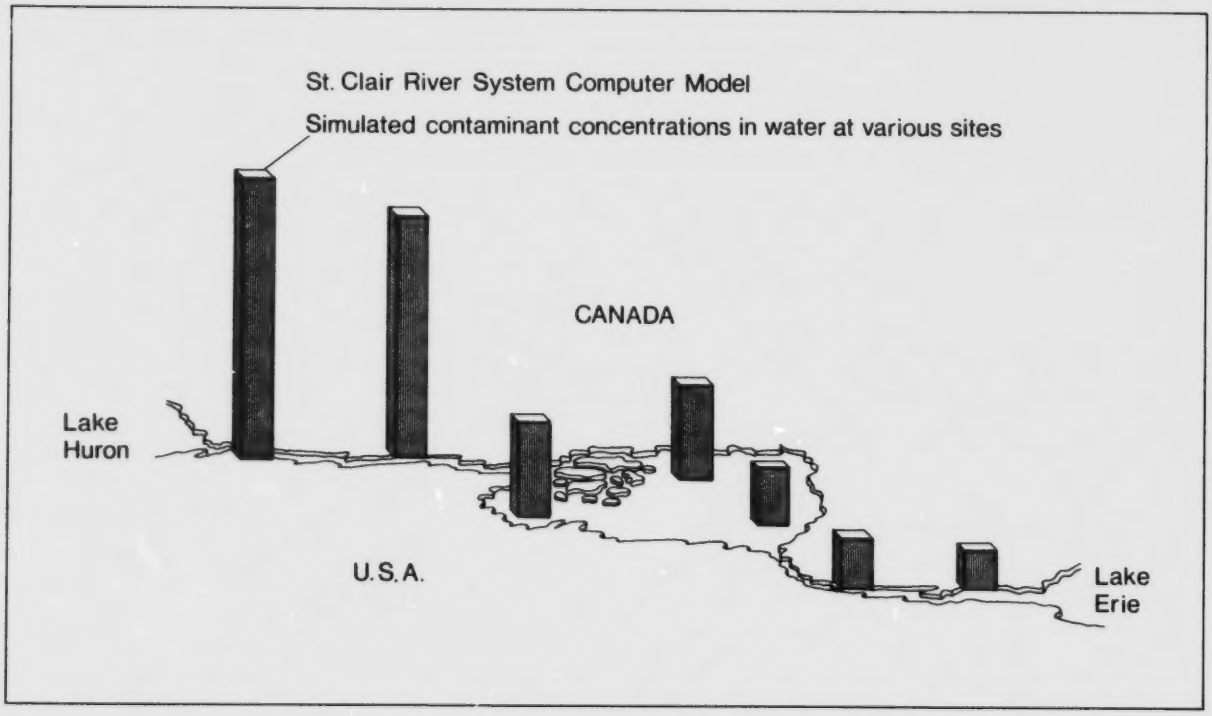


Figure 10. Example of interactive display originated with an IBM PC with the model TOXFATE. The St. Clair River system is located between Lakes Huron and Erie. Sarnia and Detroit are cities located on its shores.

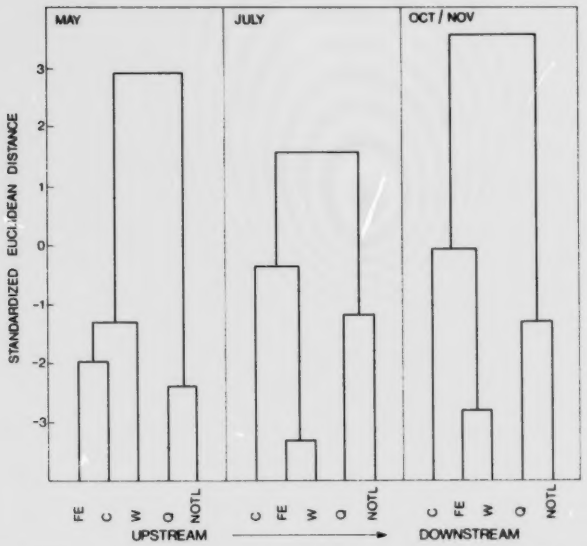


Figure 11. Complete linkage clustering using the standardized Euclidean distance for Water Quality Branch aqueous phase data.

Although most of the variations are due to hydrological events, the depression of pH, which signifies an increase in acidity, during the early springtime, is particularly related to snowmelt episodes. Through a series of model calibration and verification with data from several Canadian watersheds in collaboration with other agencies, we are able to test the general applicability of this model as a research tool for examining detailed impacts of acidic deposition on aquatic regimes. (*Lam, Bobba*)

Excess Sulphate Yields of Rivers in Nova Scotia and Newfoundland. River yields of excess sulphate are often calculated as mean discharge-weighted excess sulphate times mean annual runoff, and the reliability of this method of calculation increases with an increase in the number of samples available. For this reason, data are usually grouped over several years. The data are plotted on Figure 12 for 12 river stations in Nova Scotia; the plot shows a marked decrease, by nearly half, in the river yields of excess sulphate between 1971 and 1973 and 1982 and 1984. A similar comparison (not shown) was made for eight rivers in Newfoundland, and a similar marked decrease in excess sulphate yields was observed.

If the amount of sulphate carried by these rivers has decreased by nearly half, and there is no great change in the cation denudation rates (CDR) of these rivers, then it is reasonable to expect that the mean pH values of these rivers will have increased. It has been found that this relationship holds for the rivers with softer water in Newfoundland. The rivers with the softest water show the largest increases in mean discharge-weighted pH, whereas the pH changes of the two rivers with the hardest water are statistically insignificant.

The case is not so simple for the soft water rivers of Nova Scotia, the pHs of which are dominated to a much greater extent by the presence of organic acids than those in Newfoundland. In Nova Scotia, the greatest increases in pH are seen for the slightly harder river waters with somewhat lower mean DOC. This shows that for rivers in whose watersheds the natural acidification processes have not proceeded too far, a decrease in sulphate deposition will mean an improvement in river water quality, but not enough is yet known about the natural acidification process in the very soft water river watersheds. Some of these results are used for improvement of the CDR model developed in the Environmental Simulation Section. (*Thompson, Fraser*)

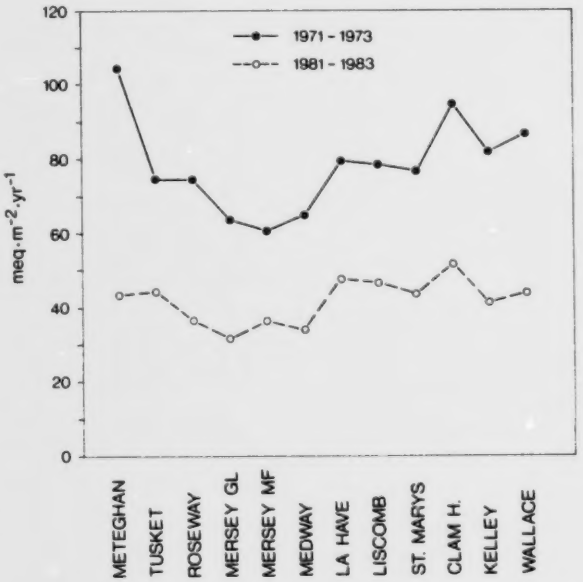


Figure 12. Excess sulphate yields ($meq \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$) of Nova Scotia rivers. GL – George Lake; MF – Mill Falls; H – Harbour.

Climate Models. Contributions to the Canada Climate Program have been oriented toward improved understanding and computer simulation of (a) the seasonal and annual energy balance at the air-water interface and (b) the seasonal variations of thermal structure and stratification of lakes and the upper layers of the ocean.

Goals in the first year of study included improving the physical data base and updating numerical models for computing long-term variations of the energy balance at the air-water interface for Lake Erie and Lake Ontario. Climatological data bases for synoptic observations have been compiled from 1950 to 1983 for both lakes. Numerical model development, climatological analyses of the data, and derivation of the long-term energy balance for each lake have been completed. Figure 13 shows verification results for the major components of the Lake Ontario energy balance, i.e., net radiation (Q*), latent heat flux (QE), conductive heat flux (QH), the surface heat flux (QT) and evaporation indicating high reliability of the model output. (*Simons, Schertzer*)

Hydrodynamic Model. For coastal currents, a combination of spectral techniques, hydrodynamic models and empirical procedures proved conclusively that observed current fluctuations cannot be explained by either a balance of local wind and bottom stress or by free topographic waves but that both processes contribute equally. Semi-empirical transfer function models based on the concept of resonant topographic wave

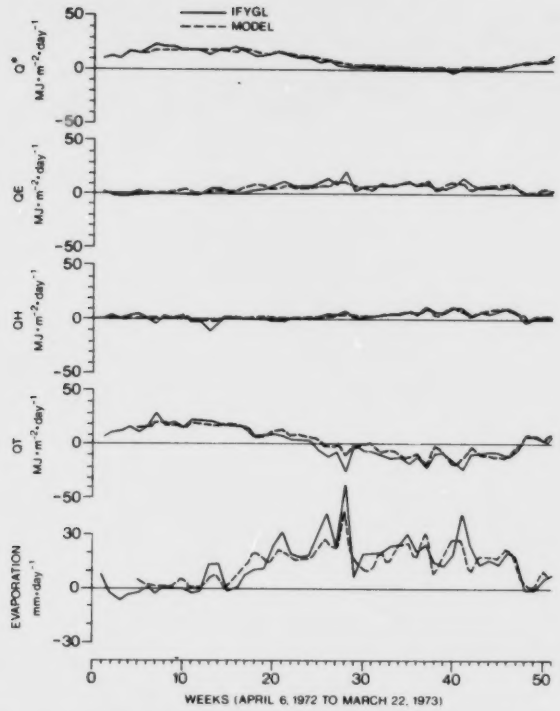


Figure 13. **Verification of Lake Ontario energy balance model. IFYGL – International Field Year Great Lakes.**

response to wind forcing in the presence of bottom friction were developed and found to explain 70% to 80% of the observed coastal current variations.

With respect to open lake circulation, it was shown that none of the models available in the pertinent literature was suitable to estimate seasonal-mean circulations. It was found that the mean circulation observed during the 1982/83 Lake Ontario field study could only be reproduced by high-resolution non-linear models. To evaluate whether this result was applicable in general, circulations were computed for 12 years of climatological winds. For all years, the circulations obtained from the new model deviated from those computed by conventional models in the same manner. (*Simons*)

Technology Transfer. The Environmental Simulation Section continued to provide mathematical models to government and other users. For example, at the request of PAHO (Pan American Health Organization), a study was undertaken to evaluate the effects of a planned outflow diversion from Lake Chapala in Mexico to improve the water supply to the city of Guadalajara. An operational model for predicting the movement and dispersion of accidental radioactive spills along the north shore of Lake Ontario was developed for the Ontario Ministry of the Environment. The model was based on many years of data collection and modelling studies on Lake Ontario and then adapted for use on microcomputers.

In response to continuing requests for the use of these models and assistance in their application, three of the most frequently requested models were documented in great detail. These models are (1) a single-layer circulation/storm surge model, (2) a multi-level model for computing circulations and temperature changes, and (3) a pollutant transport model. (*Simons, Lam*)

ENVIRONMENTAL OPTICS SECTION

The principal goal of the Environmental Optics Section is to conduct and apply directly both experimental and theoretical research related to the optical properties of the aquatic environment. The techniques of spectro-optical physics and radiative transfer theory are utilized, in conjunction with directly acquired *in situ* optical data or remotely acquired airborne and/or satellite multispectral optical data, to develop interpretive and predictive optical models and methodologies, and subsequently to apply these models and methodologies to water resource issues and concerns.

The optical physics activity comprises a basic long-term research program together with short-term studies which attempt to comply with specific problems as occasions and circumstances dictate. During the past year, the Section's effort was largely devoted to the Great Lakes region of central Canada. Specific activities included the following:

(a) A study of pertinent available LANDSAT imagery over the Lake Huron/Lake St. Clair/Lake Erie sediment transport system. The separation of these transport avenues into well-defined independent zones that retain their independent identities over substantial distances throughout the interconnecting channels is clearly evident. Further analyses of these transport phenomena are planned for the coming year. (*Bukata*)

(b) Generation of an optical atlas describing the Great Lakes in terms of *in situ* optical data collected by the Section during the time interval 1973–1983. Included in this atlas are such optical features and parameters as surface transmission contours; summer photic depths; transmission transects; relationships among beam attenuation coefficients, irradiance attenuation coefficients, and Secchi disk depths; sighting range; and photosynthetic available radiation among others. The atlas illustrates these optical features in graphical, pictorial, and/or tabular form and intercompares these features for Lakes Erie, Ontario, Superior and Huron/Georgian Bay. It is available for distribution as an NWRI manuscript. (*Bukata, Jerome, Bruton*)

(c) Collection of remotely sensed data over Lake St. Clair utilizing the recently developed Shipborne Reflectance Radiometer System (SRRS) and the development of computer methodology to utilize these data to estimate suspended mineral concentrations. (*Jerome, Bruton*)

(d) A study of Great Lakes coastal wetland regions utilizing airborne data collected over such areas as Georgian Bay/North Channel and Lake St. Clair. These data were obtained during periods of both high and low water levels, and this project, which is being performed in collaboration with the Great Lakes Fisheries Research Board, attempts to relate the change in areal extent of marshlands to variations in water level. (*Bruton, Bukata, Jerome*)

DATA MANAGEMENT SECTION

The Data Management Section provides data management support and EDP software development services to the organizations located at the Canada Centre for Inland Waters. The data archives of NWRI are maintained and managed for the support of the NWRI research and Inland Waters Directorate, Ontario Region operational programs. Consulting services are maintained to provide advice and guidance in such areas as data base usage, software problems, the use of software packages, microcomputer hardware/software selection, and the efficient use of the in-house CYBER 171 mainframe computer.

The Section provides the operational support for the United Nations Global Environmental Monitoring System (GEMS) data base and the Great Lakes Surveillance data base (STAR).

Major Activities. Software system design and development support was provided for 53 different studies of the various organizations located at CCIW.

A Treasury Board submission for new mainframe computer facilities at CCIW was done in conjunction with the Computer Services Section and the Systems and Informatics Directorate in Ottawa. This submission included program-related computer requirements, conversion and training requirements along with a "make versus buy" analysis of the various alternatives available to NWRI.

The automated laboratory data acquisition system (AWQUALABS) was completed and the development team disbanded. A total of 109 computer programs were written for this system to provide for data acquisition, analysis and laboratory management functions. The operational support for the system now rests with the National Water Quality Laboratory.

A new release of the System 2000 data base software was installed on the CYBER 171. All data base programs were recompiled to operate under the new version. This new version provides additional features which aid in the development and/or enhancement of the various data base systems that are operational on the CYBER.

Three issues of the Data Management and Computer Services newsletter (UPDATA) were distributed. The distribution of the newsletter is for CYBER users, micro users, study leaders, management personnel and other interested staff. The purposes of UPDATA are to provide a vehicle to exchange information, to improve the awareness of various computer-related topics, and to provide for increased productivity in the use of the CYBER 171. Some topics covered in the newsletter are new general-purpose software, new developments in communications, problems encountered by users, featured applications, hardware, microcomputer links, word processing, and a novice user corner.

Communication links between the CYBER and the Wang OIS system and the CYBER and the MICOM 2001 system were established to aid the integration of text files for document production. In conjunction with the Environmental Protection Service, facilities were established to translate documents from one word processing format to another. Currently, Wordstar to MICOM and MICOM to Wang translations are possible. In future, additional software to translate other formats will be obtained as the need arises.

Data archiving support was provided for the Great Lakes Surveillance, Solar Radiation, Meteorological, GEMS and LRTAP programs. This support consisted of data entry, data documentation, data base updating, software enhancement, data archiving and data retrieval functions.

Input was provided to an international review meeting of the GEMS/WATER program. As a result of the review, a "GEMS/WATER Data Evaluation Report" was produced by the World Health Organization (WHO) in Geneva. The review has led to the redesign of the data input form to reflect more accurately the chemical parameters required for each type of water (lake, river and ground water) sampled. Other changes to the program have been identified and will take place over the next few years. A complete set of data listings and statistical summaries for the 1982–1984 data was produced and forwarded to WHO, Geneva, for distribution to the various regional centres and countries (60) involved in the program. The 1979 to 1981 data were microfiched and distributed to all participants in the program.

All Applied Physics and Systems Division staff publications have been catalogued and the requirements for reprints are being met as they arise.

Introductory and advanced CYBER computer courses as well as a course on the CALCOMP plotter were given to approximately 60 users.

A procurement data base system was developed for the Staff Services Division. This system provides for the partial automation of the procurement function, along with the ability to produce reports to aid the management of the procurement process.

STAFF LIST

Chief — E. Ongley, B.A., Ph.D.
Secretary — S. Tapping
A/Administrative Officer — J. Major

Physical Limnology

Head

F.M. Boyce, B.A.Sc., M.Sc.	physical limnology

Researchers

J. Bull, B.A.Sc.	physical limnology
F. Chiocchio, P.Eng.	physical limnology
P. Hamblin, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	physical limnology
M. Kerman	physical limnology
K. Miners, B.A.	coastal zone research
C.R. Murthy, B.E., M.E., Ph.D.	physical limnology
D. Robertson, B.Sc.	physical limnology

Environmental Optics

Head

R.P. Bukata, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	lake optics and satellite studies

Researchers

J.E. Bruton, B.Sc.	lake optics remote sensing
J. Jerome, B Eng.	lake optics remote sensing

Environmental Simulation

Head

D. Lam, B.Sc.,Ph.D.	contaminant transport modelling

Researchers

A.G. Bobba, B.Sc., M. Tech., M.Sc.	hydrogeology and contaminant modelling
A. El-Shaarawi, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	statistical modelling
A. Fraser, B.Sc.	water quality and LRTAP modelling
E. Halfon, Ph.D.	toxic substance modelling
W. Schertzer, B.A., M.Sc.	water quality and climate modelling
T. Simons, M.Sc., Ph.D.	hydrodynamic modelling
M.E. Thompson, B.A., M.A. Ph.D.	aquatic effects of LRTAP

Data Management Section
A/Head
R. Duffield, B.Sc., M.B.A. data management services

Computer Applications

S. Beal	microcomputer applications
H. Comba, B.Sc.	data base administration
J. Dowell, B.Math	software development
B. Hanson, B.A.(Hon), M.B.C.S.	software development
J. Hodson, B.Sc.	software development
A. Liu, M.Sc.	software development
K. Miles	software development
B. Ventresca, B.A.(Hon), B.Sc.	software development
A. Zingaro, B.Sc.	software development

Data Processing and Archiving

J. Byron	data processing and archiving
J. McAvella	data processing and archiving
W. Nagel	data processing and archiving

COMMITTEE MEMBERSHIP

A.G. Bobba
- Member, Modelling Panel, American Institute of Hydrology
- Inland Waters Directorate Hydrologic Research Program Committee

F.M. Boyce
- Secretary, Scientific Committee, CMOS, 1983–1986
- Board Member, IAGLR 1983–1986
- Rapporteur, Oceanography, *Canadian Geophysical Bulletin*

R. Duffield
- Inland Waters Directorate Information Technology Committee

A.H. El-Shaarawi
- Member, International Statistical Institute
- Ph.D. Candidate Supervisory Committee, Department of Mathematical Science, McMaster University

E. Halfon
- Vice President, International Society of Ecological Modelling, North American Chapter
- Editorial Board, *International Journal of Ecological Modelling*

P.F. Hamblin
- Associate Editor, *Physical Limnology Journal of Great Lakes Research*
- Ph.D. Candidate Supervisory Committee, Department of Civil Engineering, McMaster University
- International Association for Great Lakes Research, Membership Committee
- Mesoscale Subcommitte, CMOS, 1985–1986

D.C.L. Lam
- Editorial Board, *International Journal of Advances in Water Resources*
- IAEA Working Group on Coastal Modelling
- IJC Great Lakes Modelling Task Force
- LRTAP National Assessment Task Force, Aquatic Effects
- Ph.D. Candidate Supervisory Committee, Department of Civil Engineering, McMaster University

E. Ongley
- Western and Northern Regional Management Team
- Western and Northern Regional Pesticides Committee
- Mackenzie River Interdepartmental Working Group
- Executive Committee, National Association for Sediment Water Science
- Organizing Committee, International Association of Hydrological Sciences — 1987 Vancouver Assembly
- Canadian Committee for SCOPE
- NWRI–Water Quality Branch Working Group on Monitoring (Chairman)

W.M. Schertzer
- Inland Waters Directorate Hydrologic Research Program Committee
- Ontario Regional Climate Advisory Committee

M.E. Thompson
- Associate Editor, *Hydrological Sciences Journal*

PUBLICATIONS

Anderson, J.E., **A.H. El-Shaarawi**, S.R. Esterby, and T.E. Unny. 1984. Dissolved oxygen concentrations in Lake Erie (U.S.A–Canada). 1. Study of spatial and temporal variability using cluster and regression analysis. J. Hydrol., 72: 209–229.

Balakrishnan, N., M.L. Tiku, and **A.H. El-Shaarawi**. 1985. Robust univariate two-way classification. Biomed. J., 27, N2: 123–138.

Beghelli, S., R. Guidorzi, **E. Halfon**, and F. Terragni. 1982. Identification of phosphorus dynamics in Kootenay Lake, Canada. Ecol. Modelling, 17: 11–32.

Bobba, A.G., and **D.C.L. Lam**. 1984. Application of linearly distributed surface runoff model for watershed acidification. Proc. Canadian Hydrology Symposium, Laval University, Quebec City. In press.

Bobba, A.G., D.C.L. Lam, D.S. Jeffries, D. Bottomley, J.Y. Charette, P.J. Dillon, and L. Logan. 1985. Modelling the hydrochemical regimes in acidified watersheds. Submitted to J. Water Air Soil Pollut.

Boyce, F.M. 1985. Lakes in Canada. In *The New Canadian Encyclopedia*, M. Hurtig Publishing Co., Edmonton, Canada.

Bukata, R.P., and **A.G. Bobba**. 1984. Determination of diffusion coefficients associated with the transport of 210 Pb radionuclides in lake bed sediments. Geol., 5: 133–141.

Bukata, R.P., J.E. Bruton, and **J.H. Jerome**. 1984. Application of direct measurements of optical parameters to the estimation of lake water quality indicators. NWRI unpub. rep., 110 pp.

Bukata, R.P., J.E. Bruton, and **J.H. Jerome**. 1985. Application of direct optical parameters to the estimation of lake water quality indicators. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 140.

Bukata, J.H., J.H. Jerome, and **J.E. Bruton**. 1985. Direct optical measurements of the Laurentian Great Lakes. Part II. An optical atlas. NWRI unpub. rep., 170 pp.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, **A.H. El-Shaarawi**, and R.S. Tobin. 1984. Incidence of *Legionella* organisms in selected Ontario (Canada) cities. Sci. Total Environ., 39: 237–249.

Elliott, J.R., **A.H. El-Shaarawi**, and D.R. Perison. 1985. Association of chlorophyll *a* with physical and chemical factors in Lake Ontario, 1967–1981. Accepted for publication in the Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

El-Shaarawi, A.H. 1984. Dissolved oxygen concentrations in Lake Erie (U.S.A.–Canada). 2. A statistical model for dissolved oxygen in the Central Basin of Lake Erie. J. Hydrol., 72: 231–243.

El-Shaarawi, A.H. 1984. Statistical assessment of the Great Lakes Surveillance Program, 1966–1981, Lake Erie. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 136, 273 pp.

El-Shaarawi, A.H. 1985. Some goodness of fit methods for the Poisson-plus-added zeros distribution. Appl. Environ. Microbiol., 49(55): 1304–1306.

El-Shaarawi, A.H. 1985. Statistical aspects of setting a sampling strategy. Accepted for publication in J. français d'hydrologie.

El-Shaarawi, A.H., and S.R. Esterby. 1984. Statistical analysis of Niagara River data for the NRTC report. NWRI Contribution No. 84-37.

El-Shaarawi, A.H., and M. Munawar. 1985. The association of chlorophyll *a* and phytoplankton biomass in Lake Huron and Georgian Bay. Accepted for publication in Hydrobiologia.

El-Shaarawi, A.H., and M.A. Neilson. 1984. Changes in nutrient levels of lake water stored at 4°C. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 41(6): 985–988.

El-Shaarawi, A.H., and M.L. Tiku. 1985. Regression analysis for censored data. Accepted for publication in the Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

El-Shaarawi, A.H. , J.C. Block, and A. Maul. 1985. The use of historical data for estimating the number of samples required for monitoring drinking water. Sci. Total Environ., 42: 289–303.

El-Shaarawi, A.H., S.R. Esterby, N.D. Warry, and K.W. Kuntz. 1985. Evidence of contaminant loading to Lake Ontario from the Niagara River. J. Fish. Aquatic Sci., 42(7): 1278–1289.

El-Shaarawi, A.H., K.W. Kuntz, and A. Sylvestre. 1985. Estimation of loading by numerical integration. Accepted for publication in the Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

Esterby, S.R., and **A.H. El-Shaarawi**. 1984. Coliform concentrations in Lake Erie — 1966 to 1970. Hydrobiologia, VIII, pp. 133–146.

Fraser, A.S. 1985. Aquatic characterization for resources at risk in eastern Canada. Proc. Int. Symp. on Acid Precipitation. In press.

Fraser, A.S. 1985. Lake Erie point source loads. J. Great Lakes Res. Lake Erie Spec. Vol., Int. Assoc. Great Lakes Res.

Halfon, E. 1983. Is there a best model structure? I. Modelling the fate of a toxic substance in a lake. Ecol. Modelling, 20: 135–152.

Halfon, E. 1983. Is there a best model structure? II. Comparing model structures of different fate models. Ecol. Modelling, 20: 153–163.

Halfon, E. 1984. Error analysis and simulation of mirex behaviour in Lake Ontario. Ecol. Modelling, 22: 213–252.

Halfon, E. 1984. The composition of particulate matter in the euphotic zone of Lake Superior. J. Great Lakes Res., 10: 299–306.

Halfon, E. 1984. Is there a best model structure? III. Testing the Goodness of Fit. Ecol. Modelling, 27: 15–23.

Halfon, E. 1985. Modelling the fate of mirex and lindane off the Niagara River mouth. Ecol. Modelling. In press.

Halfon, E. 1985. The regression method in ecotoxicology: A better formulation using the geometric mean functional regression. Environ. Sci. Technol., 19: 747–749.

Halfon, E. 1985. The bootstrap and the jackknife in ecotoxicology or non-parametric estimates of standard error. Chemosphere, 14: 1433–1440.

Halfon, E., and **A.S. Fraser**. 1985. A fate model of toxic substances in Lake Ontario. J. Great Lakes Res. In press.

Hamblin, P.F. Yukon River Headwater Lakes Study 1983–1985: Preliminary Analysis and Data Report. NWRI unpub. rep.

Hamblin, P. 1985. Review of Storm surges — meteorological ocean tides (T.S. Murty). Can. J. Fish. Aquatic Sci., 42(12).

Jerome, J.H., J.E. Bruton, and **R.P. Bukata**. 1984. A short discussion on the intercomparison of transmissometers used at CCIW. NWRI unpub. rep., 17 pp.

Jerome, J.H. , R.P. Bukata, and **J.E. Bruton**. 1984. Effect of solar zenith angle diurnal variation on estimation of primary production and irradiation. NWRI unpub. rep., 42 pp.

Lam, D.C.L., and **A.G. Bobba**. 1984. Application of linearly distributed surface runoff model for watershed acidification problems. Proc. Canadian Hydrology Symposium, Laval University, Quebec City, 11(13). In press.

Lam, D.C.L., and **A.G. Bobba**. Modelling watershed runoffs and acidification. Hydrological and hydrochemical mechanisms and model approaches to the acidification of ecological systems. Irène Johansson (ed.), Nordic Hydrological Programme, NHP Rep. No. 10, pp. 205–215.

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, D.S. Jeffries, and J.M.R. Kelso. Relationships of spatial gradients of primary production buffering capacity and hydrology in Turkey Lakes watershed. ASTM Technical Series, Philadelphia, Pa. In press.

Lam, D.C.L., S. Boregowda, **A.G. Bobba**, D.S. Jeffries, and G.G. Patry. Interfacing hydrological and hydrochemical models for simulating acidification effects in Canadian watersheds. Submitted to J. Water Air Soil Pollut.

Marmush, Y.R., A.A. Smith, and **P.F. Hamblin**. 1984. Pilot experiments on thermal bar in lock exchange flow. J. Energy Eng., ASCE, 110: 215–227.

Maul, A., and **A.H. El-Shaarawi**. 1984. Stratégies de prélèvement. Chapitre 9. Bactériologie des milieux aquatiques: Aspects écologiques et sanitaires, G. Martin (ed.), 2.2: 133–166.

Maul, A., J.C. Block, and **A.H. El-Shaarawi**. 1985. Statistical approach for comparison between methods of bacterial enumeration in drinking water (1985). J. Microbiol. Methods, 4: 67–77.

Maul, A., M.A. Dollard, J.C. Block, J. Schwartzbrod, F. Hinzelin, and **A.H. El-Shaarawi**. 1985. Contrôle de la qualité microbiologique de l'eau de distribution: Stratégie d'échantillonnage et identification des populations de microorganismes. Rapport final. Université de Metz, France, 59 pp.

Maul, A., **A.H. El-Shaarawi**, and J.C. Block. 1985. Heterotrophic bacteria in water distribution systems. Part 1. Spatial and temporal variation. Sci. Total Environ., 44: 201–214.

Maul, A., **A.H. El-Shaarawi**, and J.C. Block. 1985. Heterotrophic bacteria in water distribution systems. Part 2. Sampling design. Sci. Total Environ., 44: 215–224.

Maul, A., **A.H. El-Shaarawi**, and J.C. Block. 1985. Modelling of bacterial populations and water quality monitoring in distribution systems. Accepted for publication in the Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

Muir, L.R., and **A.H. El-Shaarawi**. 1985. On the calculation of extreme wave heights: A review. Accepted for publication in Ocean Engineering.

Murthy, C.R., and **T.J. Simons**. 1984. Coastal currents in Lake Ontario during winter. NWRI Contribution No. 84–42.

Murthy, C.R., T.J. Simons, and **D.C.L. Lam**. 1985. Dynamic and transport modelling of the Niagara River plume in Lake Ontario. Proc. ICES, Nantes Symposium. In press.

Murthy, C.R., T.J. Simons, D.C.L. Lam, and M. Walma, 1985. Simulation of pollutant transport along the North Shore of Lake Ontario. NWRI Contribution No. 85-23.

Murthy, C.R., D.C.L. Lam, T.J. Simons, J. Jedrasik, **J. Miners, J.A. Bull**, and **W.M. Schertzer**. 1984. Dynamics of Niagara River plume in Lake Ontario. NWRI Contribution No. 84-7.

Nielson, M.A., and **A.H. El-Shaarawi**. 1984. Shipboard analysis of soluble nutrients in lake water versus analysis after storage. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Tech. Bull. No. 133, 5 pp.

Neilson, M., R. Stevens, and **J. Hodson**. 1984. Documentation of the Averaging Lake Data by Regions (ALDAR) Program. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Tech. Bull. No. 130.

Ongley, E.D. 1984. Regionalization of water quality in the upper Fraser River basin. British Columbia: Comment, Water Res., 18: 1059–1060.

Ongley, E.D. Considerations for network design for water quantity and quality surveys in Canada. Canadian Hydrology Symposium — 84, Proc. In press.

Ongley, E.D. Review of Gregory (ed.) Background to palaeohydrology: A perspective. Hydrol. Sci. J. In press.

Ongley, E.D. Detergent-phosphorus abatement: Point and nonpoint source basin response in southern Ontario. Environ. Geol. In press.

Ongley, E.D., and D.P. Blachford. 1984. Tributary effects on mainstream suspended sediment chemistry. Water Pollut. Res. J. of Can., 19(1): 37–46.

Patterson, J.C., and **P.F. Hamblin**. 1985. Thermal simulation of lakes with winter ice cover. NWRI Rep. No. 85-29.

Patterson, J.C., **P.F. Hamblin**, and J. Imberger. 1984. Classification and dynamic simulation of the vertical density structure of lakes. Limnol. Oceanogr., 29(4): 845–861.

Platford, R.F., **A.G. Bobbs**, and S.R. Joshi. 1984. The Port Granby radioactive waste management site. Water Pollut. Res. J. Can., 19(2): 90–96.

Robertson, D.G. 1984. Report on data processing for DP/DX experiment at Cobourg on Lake Ontario.

Schertzer, W.M. 1985. Summary of water surface temperature observations for Lake Ontario (1966–1984) and Lake Erie (1967–1982). NWRI Contribution No. 85-159, 48 pp.

Schertzer, W.M., and A. Sawchuk. 1985. Comparison of Toronto Island Airport winds for the period November to April 1973–1983. NWRI Contribution No. 85-158, 29 pp.

Schertzer, W.M., and R. Stevens. 1984. Comparison of actual and simulated water quality responses to phosphorus loading scenarios in Lake Ontario and Lake Erie. NWRI Contribution No. 84-41, 24 pp.

Simons, T.J. 1984. Topographic response of nearshore current to wind: an empirical model. NWRI Contribution No. 84-17. J. Phys. Oceanogr., 14: 1393–1398.

Simons, T.J. 1985. Temperatures and currents in Western Lake Ontario. June–November 1985. NWRI Contribution No. 85-158.

Simons, T.J. 1985. The mean circulation of unstratified water bodies. J. Phys. Oceanogr. 16 (to be published). NWRI Contribution No. 85-154.

Simons, T.J., 1985. Effect of the outflow diversion on circulation and water quality of Lake Chapala. NWRI Contribution No. 85-22.

Simons, T.J. 1985. Reliability of circulation models. J. Phys. Oceanogr., 15: 1191–1204. NWRI Contribution No. 85-46.

Simons, T.J., and **C.R. Murthy**. 1984. Winter circulation in Lake Ontario. J. Great Lakes Res., 11: 423–433

Simons, T.J., and **W.M. Schertzer**. 1985. Stratification, currents and upwelling RPB in Lake Ontario, summer 1982. NWRI Contribution No. 85-152. Can. J. Fish. Aquat. Sci. (to be published).

Simons, T.J., and **W.M. Schertzer**. 1985. The circulation of Lake Ontario during the summer of 1982 and the winter of 1982/83. NWRI Contribution No. 85-26.

Thompson, M.E. 1985. Cation denudation rates of rivers in Nova Scotia, 1971–1974 and 1977–1982. NWRI Contribution No. 85-28.

Thompson, M.E. 1985. The cation denudation rate model — its continuing validity. NWRI Contribution No. 85-30.

Thompson, M.E., and Margo B. Hutton. 1985. Sulphate in lakes of eastern Canada: Calculated yields compared with measured wet and dry deposition. Water Air Soil Pollut., 24: 77–83.

Thompson, M.E., H.G. Thode, and **A.S. Fraser**. 1986. Sulphate yields and stable isotope ratios of sulphate sulphur in rivers of the Northwest Territories, Canada. J. Appl. Geochem. In press.

The Environmental Contaminants Division investigates the pathways, fate and effects of five groupings of contaminants; organic chemicals, toxic metals, organometallics, radionuclides, and ions associated with acid rain. These investigations are conducted both the the field and in the laboratory. Research information produced by the Division is valuable in substantiating recommendations for water management actions in polluted river basins. These actions may involve control of effluents, banning of chemicals, guidelines for consumption of biota or water, and many other procedures that can be implemented in Canada. These data may be valuable in negotiations on water quality matters, either interprovincially or internationally. Much of the published information is equally valuable as part of the total input required for toxic chemical assessments. Division activities are carried out in five sections as follows.

ORGANICS-PATHWAYS SECTION

The objective of this Section is to resolve the entry, fate, distribution and transfer of organic contaminants in aquatic ecosystems. Research is conducted primarily at specified polluted aquatic ecosystems but also in the laboratory. Projects include studies in large and small river–lake systems. Atmospheric input of organic contaminants to the aquatic environment is also studied.

Transport of Persistent Toxic Organic Chemicals in the Niagara River–Lake Ontario–St. Lawrence River Systems. The use of chlorobenzenes as chemical markers in the determination of the fate of persistent organochlorine contaminants from the Niagara River in Lake Ontario was continued. Radio and satellite tracked drogues and improved large-scale water sampling and extraction methods were employed to extend greatly the area of the plume sampled. The results indicate that up to 50% of the higher molecular weight chlorobenzenes are deposited within 10 km of the river mouth on settling solids, but much of the remainder is transported out of the plume area in solution. Other organochlorine contaminants behaved in a similar fashion, with the more soluble compounds largely transported out of the Niagara River mouth area and significant amounts of the less soluble compounds being deposited on settling solids.

More recently, some of the concepts and techniques used in the Niagara River plume study have been employed in a new investigation of the transport of persistent organochlorine contaminants from Lake Ontario into the St. Lawrence River. Early emphasis in the study has been focussed on establishing the relative importance of different compartments such as water, suspended solids and suspended biomass. The possibility of distinctive contaminant patterns in the North Channel of the St. Lawrence River at Wolfe Island owing to industrial activity in the Bay of Quinte–Kingston areas is also under investigation. (*Fox, Carey, Coletta*)

The Fate of 2,4-D in Freshwater Systems. The focus of the 2,4-D studies was a concern for possible harmful effects of the use of the chemical in milfoil control both on freshwater biota and on water quality in such divergent areas as the Trent River system (Ontario) and the Okanagan Lakes (British Columbia).

Both pond and field studies were completed in 1984. The former, conducted in enclosed ponds, was considered a worst-case study, but showed only marginal toxic effects on fish fry and on clams during the first week after the chemical's introduction. Secondary effects were more noticeable and consisted of the collapsed milfoil beds providing an increased food supply to bacteria, clams and other bottom fauna.

A two-year study in Buckhorn Lake (of the Trent system) showed a wide distribution of the chemical in the whole lake during the herbicide application season (June and July). This was followed by rapid disappearance, then a partial reappearance from the decaying milfoil beds. The chemical had virtually disappeared from the system by late September. Calculated inflows and outflow showed that most of the chemical was not lost in the outflow, but was degraded in the lake. The appearance of 2,4-D in the lake in May, before the milfoil control season, was attributed to the spring runoff carrying residual 2,4-D from land applications of the previous year.

The pond and field studies showed that present 2,4-D uses in milfoil control are not likely to have significant effects on freshwater ecosystems or impair water quality, and that the chemical does not persist in the lakes, or accumulate in the sediments, beyond the growing season. (*Nagy, Hart*)

Accumulation and Effects of Toxic Contaminants in Aquatic Biota. Bioaccumulation studies are a necessary component of research into the fate of contaminants in polluted aquatic systems. They provide important information on contaminant behaviour, including bioavailability, routes and modes of entry into the biota, and responses to metabolic processes (persistence, transformation, degradation). Bioaccumulation studies also identify suitable indicator organisms for use in biomonitoring programs.

The differential bioaccumulation of chlorophenols, benzothiazoles and diphenylamine by common shiners, longnose dace and crayfish was studied on site at Canagagigue Creek, Ontario. After one week of exposure, crayfish were found to have the lowest bioconcentration capacity for all compounds, while the two species of fish were remarkably similar to each other. Concentrations of the various compounds in biota were not always proportional to water concentrations. For example, 2,4,5-TCP accounted for about 30% of the total chlorophenols in biota but only 15% in the water. In contrast, 2,6-DCP accounted for only 10% of the total chlorophenols in biota as compared with 21% in the water. Biota accumulated very high levels of 2-(methylthio)benzothiazole, as would be expected from the high concentrations of this compound in the water. However, the uptake of benzothiazole was surprisingly low. Tissue levels of this compound were similar to those for 2,4-DCP, yet concentrations of the former were 15× higher in the water. Diphenylamine was present in the water at levels similar to 2,4-DCP, but it was three times more concentrated in the organisms. These results point out the futility of assessing the contamination of an ecosystem on the basis of contaminant concentrations in the water alone. This study is believed to be the first to investigate the bioaccumulation of benzothiazole derivatives by aquatic biota.

The comparative depuration rates of chlorophenols, benzothiazoles, lindane and DDT by the leeches *Dina dubia, Erpobdella punctata* and *Helobdella stagnalis* were determined in the laboratory. Contaminated leeches were collected from

Canagagigue Creek, then allowed to depurate their body burdens of contaminants in clean, flowing water for 28 days. The results are presented in Table 1. It is apparent that leeches have inefficient regulatory mechanisms for eliminating chlorophenols and DDT derivatives from their systems. These compounds were most persistent in *E. punctata*, the species which is the largest and has the longest life span. The rapid depuration of 2-(methylthio)benzothiazole is particularly noteworthy, as initial tissue concentrations of this compound were one to several orders of magnitude higher than any other compound.

The persistence of DDT and related compounds in biota is a general phenomenon. However, chlorophenols are known *not* to persist in fish and bivalves. This study demonstrates that leeches would be excellent biomonitors for detecting contamination of a water body by chlorophenols. It also points out that not all organisms are suitable biomonitors for all compounds. Only laboratory studies such as this can identify the best biomonitors to use under various conditions of pollution. (*Metcalfe, Carey, Fox, Coletta*)

Atmospheric Deposition of Organic Chemicals. During 1984, studies were continued on the deposition of persistent organic pollutants in the rainfall. Sampling has been expanded to include stations at Kouchibouguac National Park (New Brunswick) and Cree Lake (northern Saskatchewan); sampling at Caribou Island and Agawa Bay sites on Lake Superior was continued. Volume-weighted concentrations from the 1984 and previous seasons are presented in Table 2.

Table 1. Depuration Half-Lives (days) of Organic Contaminants by Leeches

Compound	Leech species		
	Dina dubia	*Erpobdella punctata*	*Helobdella stagnalis*
2,6-DCP	33	NSD	—
2,4-DCP	43	NSD	43
3,4-DCP	30	NSD	100
2,4,6-TCP	25	NSD	33
2,3,6-TCP	NSD	NSD	NSD
2,4,5-TCP	NSD	NSD	30
2,3,4,6-TTCP	NSD	NSD	NSD
PCP	NSD	27	NSD
p,p′-DDT	NSD	NSD	6
p,p′-DDE	NSD	NSD	NSD
p,p′-DDD	10	22	13
o,p′-DDE	NSD	NSD	60
o,p′-DDD	13	34	6
Lindane	<1	1	—
Benzothiazole	10	7	<1
2-(Methylthio) benzothiazole	2	3	—

NSD — No significant depuration over a period of one month.

Table 2. Weighted Averages of Contaminant Concentrations in 1984 Rain (ng/L)

Compound	1976/77 Batch-awana*	1983 Isle Royale	1983 Caribou Island	1984 Caribou Island	1984 Agawa Bay	1984 Kouchi-bouguac	1984 Cree Lake
α-BHC	14	36	15	6.5	6.7	13	6.5
Lindane	8	8.4	4.3	3.0	2.9	6.7	1.2
Heptachlor epoxide	ND	0.31	0.21	0.28	0.18	0.07	0.02
Dieldrin	0.67	ND	0.24	0.96	0.62	0.27	0.38
Endrin	ND	ND	0.02	0.07	0.08	0.66	0.24
pp′-DDE	ND	0.37	0.08	0.17	0.09	0.02	0.07
pp′-DDT	ND	0.03	0.17	0.46	0.11	0.19	ND
pp′-DDD	ND	0.79	0.02	0.06	ND	0.14	0.19
Methoxychlor	2	2.6	2.1	1.4	0.59	0.02	0.09
PCBs	33	6.7	5.9	2.5	3.2	1.1	3.1
HCB	ND	0.03	0.10	0.09	0.03	0.07	0.01
α-Chlordane	ND	ND	ND	0.06	0.02	ND	ND
γ-Chlordane	ND	ND	ND	0.20	0.06	ND	ND

*Sensitivity and statistical soundness of data are not the same as others.
ND — Not detected.

There is an apparent downward time trend in concentrations for PCBs, alpha-BHC and lindane for the sites at Batchawana, Agawa Bay and Caribou Island, all of which are on the eastern side of Lake Superior. There also appears to be a downward, open-lake trend from west to east (Isle Royale and Caribou Island), and little or no difference between open-lake and on-shore locations (Caribou Island and Agawa Bay) over virtually identical time spans.

The concentrations of these compounds in rainfall from Kouchibouguac, Cree Lake, Caribou Island and Agawa Bay are not significantly different for the major contaminants in this medium and are highly suggestive that atmospheric deposition is comparable across the country, at least east of the Rocky Mountains. Plans are underway to sample in the Pacific region. In addition, a new, all-weather (i.e. rain plus snow) prototype sampler is being evaluated; this equipment includes automatic data recording as well as the wetfall only capability. (*Strachan*)

Accumulation/Degradation of Toxic Organic Contaminants in Fluvial Ecosystems. In the past few years, the major focus of this study has been the pathways of accumulation and degradation of chlorophenols. To provide data on the environmental distribution of these compounds, field sampling was conducted in the Fraser River Estuary, British Columbia, and the North Saskatchewan River, Alberta and Saskatchewan. Chlorophenol levels in water and biota from the North Saskatchewan River were low but both water and fish from the Fraser River Estuary had elevated levels of 2,3,4,6-tetrachlorophenol (2,3,4,6-TeCP) and pentachlorophenol (PCP). Bioconcentration factors for these compounds ranged from 100 for 2,3,4,6-TeCP in starry flounder to 1600 for PCP in sculpins. The isomer ratios and the geographical variation in levels implicated the lumber industry as the source of these chlorophenols to the Fraser River. A more detailed sampling program is planned for the coming year.

We have previously demonstrated that the CP isomers present in the ground water under the chemical disposal area appear to be the products of anaerobic dehalogenation of the original CPs disposed of there. This degradation pathway has now been confirmed in a series of laboratory experiments involving sediments from Windermere Basin, Hamilton Harbour. The steric course of the anaerobic dehalogenation of CPs was studied and ortho-substituents were shown to be the most reactive. In cases where both meta-positions are occupied by chlorine, the para-position is also reactive. Thus, pentachlorophenol (PCP) can undergo loss of three successive chlorines to give 3,5-dichlorophenol, whereas 2,3,4,6-tetrachlorophenol (2,3,4,6-TeCP) loses only two chlorines to give 3,4-dichlorophenol.

The environmental occurrence of this degradation route was confirmed at the site of a major chlorophenol spill which occurred in British Columbia in 1978. In collaboration with personnel from NWRI and NHRI, Pacific and Yukon Region, the ground water under the spill site was sampled. It was shown that whereas the material spilled contained only PCP and 2,3,4,6-TeCP, the ground water directly under the spill contained all the tetra- and tri-chlorophenols found in the laboratory dehalogenations of these compounds. In the field measurements, the half-life for loss of a chlorine via anaerobic dehalogenation was about 10 years. (*Carey, Fox, Metcalfe, Coletta, Hart*)

ORGANICS-PROPERTIES SECTION

This Section determines chemical, physical and biological properties of organic contaminants, the qualitative and quantitative relationships between such characteristics, and their influence on the distributions, pathways and effects of these substances. Field and laboratory experiments are carried out to determine sources, pathways and sinks of xenobiotic compounds in water, suspended matter and bottom sediments of lakes and rivers, to identify new contaminants, to determine their water/octanol and water/sediment partition coefficients, adsorption/desorption rates, metabolic pathways, products and kinetics, and their toxic effects on representative aquatic bacteria, yeasts and fungi.

Upper Great Lakes Connecting Channels Research (the Detroit and St. Clair Rivers – Pollution Issue). The upper Great Lakes connecting channels, in particular the Detroit, and St. Clair rivers and Lake St. Clair, have been recognized as important parts of the Great Lakes ecosystem. These areas of concern are characterized by numerous industrial and municipal effluents, strong flow within the rivers and sedimentary zones in Lake St. Clair and the western basin of Lake Erie. Consequently, persistent contaminants entering this system may be adsorbed onto particulates, and may be sedimented and resuspended repeatedly. Furthermore, dredging of navigation channels, development of shoreline properties for industrial and residential uses, and changing water levels contribute significantly to sediment/contaminant interactions.

As part of a multidisciplinary investigation, Section staff undertook the sampling, analysis and interpretation of water, seston and sediment samples from over 200 stations for volatile and other organic contaminants, yeasts, fungi bacteria, acute toxicity, phenols, PCBs, organochlorines and polycyclic hydrocarbons. In addition, large-volume (200 L) water samples from over 70 stations were centrifuged on site, extracted with methylene chloride and will be analyzed by gas chromatography and mass spectrometry. Preliminary results indicate significant loadings of tetrachloroethylene (Fig. 14); carbon tetrachloride; 1,1,1-trichloroethane and trichloroethylene from the St. Clair River to Lake St. Clair. (*Kaiser, Comba*)

Quantitative Structure-Activity Research (QSAR). Quantitative structure-activity relationships (QSAR) are useful tools for the prediction of many biological and physico-chemical properties of compounds. In particular, bioaccumulation factors (BCF), acute and sublethal toxicities to many aquatic species have been found to be well correlated with molecular (for example ionization potential) and bulk (for example octanol/water partition coefficient [log P]) parameters of the chemicals.

Laboratory investigations on the toxicity (Microtox test) of over 60 chlorophenols, -anilines, -benzenes, -nitrobenzenes, and -pyridines show nearly parallel dependencies on log P of the mentioned groups (Fig. 15). Furthermore, the intercepts of these parallels were found to be related to the (molecular) hydrophilic effect parameter. Research is presently underway on a large series of 1,4-disubstituted benzene derivatives with different functional and substituent groups. (*Kaiser, Ribo, Comba*)

Degradation of Toxic Organic Chemicals. Degradation through chemical interaction with water (hydrolysis), by itself or of contaminant derivatives derived through oxidation, reduction, irradiation and metabolic processes, is a major removal mechanism for many toxic chemicals. Studies are undertaken to elucidate the mechanisms, products and rates of these processes for selected chemicals and contaminant groups.

Aniline and a total of seven chloro-anilines were exposed to four strains of yeast and yeast-like fungi, comprising two oxidative (*Rhodotorula*) and two fermentative (*Pichia* and

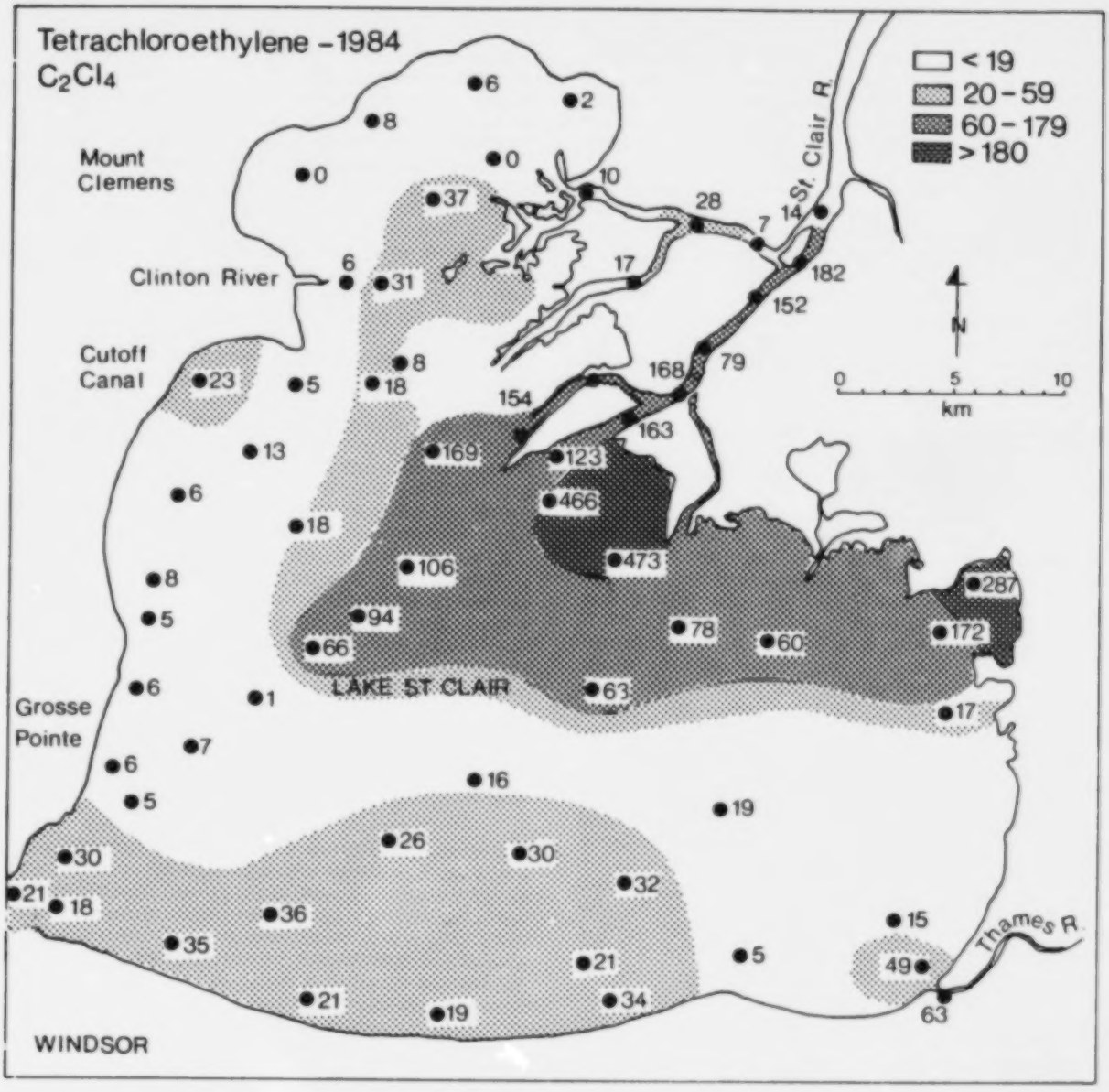


Figure 14 Tetrachloroethylene concentrations in Lake St. Clair surface water in summer 1984. All values are in nanograms per litre.

Saccharomyces) species. Partial degradation was observed for the lower chlorinated isomers and the concentrations producing growth reductions of 50% were quantitatively correlated with octanol/water partition coefficients of the isomers. (*Kwasniewska, Kaiser*).

Four intermediates during the microbial transformation of 2,4-dinitrotoluene have been identified, and two of these were nitroso compounds (2-nitroso-4-nitrotoluene and 4-nitroso-2-nitrotoluene), which are the hypothetical intermediates and have eluded previous detection. Two nitroso compounds were unstable and could be observed only at the early stage of 2,4-dinitrotoluene anaerobic degradation. This study demonstrated the possibility of treating the toxic nitro aromatics with anaerobic biodegradation techniques. (*Liu, Thomson*)

Chemical oil dispersants have been used to combat oil spills, but their fate in aquatic environments remains uncertain. A study showed that treatment of oil spills with chemical dispersants is unlikely to cause any build-up of organic contaminants in the aquatic environment. The application of biotechnology in the treatment of petroleum waste as well as in the assessment of a chemical's persistence and fate in the aquatic environment were also investigated in an effort to achieve the goal of technology transfer to industry and other governmental agencies. Due to the vast number of existing and newly introduced chemicals in the environment, there is a direct need for a rapid and accurate short-term bioassay procedure to assess the acute and sublethal toxicity of chemical compounds. Therefore, a rapid and inexpensive screening

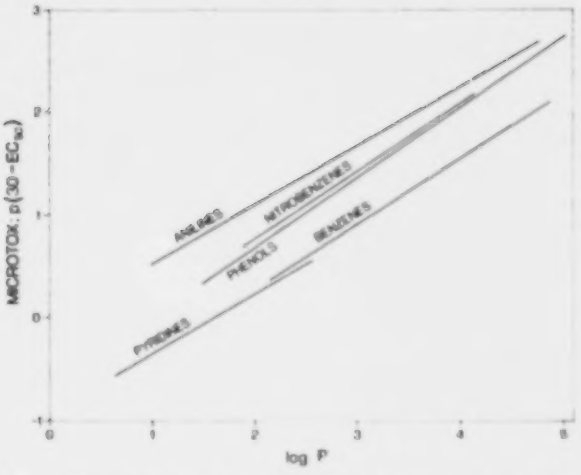


Figure 15. Plot of the toxicities (30-min Microtox test) of 68 chlorinated compounds versus their octanol/water partition coefficients (log P).

procedure based on the quantitative measurement of the interaction between toxicant and microbial dehydrogenase was developed for the toxicity assessment of water-soluble and water-insoluble chemicals. In addition, ten bacterial test systems for the screening of chemical toxicity were also systematically compiled into a book to facilitate the advancement of short-term bioassay. Since alkalinity may affect chemical toxicity, a micro manometric method based on the quantitative measurement of carbon dioxide liberated from a sample by an acidic buffer has been developed for assessing the alkalinity of natural water and wastewaters. To refine the short-term bioassay techniques further, factors affecting the structure-activity relationship were studied using various types of chemicals and bacteria. (*Liu, Thomson*)

Studies on the conversion of certain F. d components to insoluble humic-like materials have been completed and the results are now in press. An investigation of the biochemistry of pentachlorophenol degradation by bacteria was begun but was interrupted for a period of seven months due to the secondment of the scientist in charge to assist CIDA in Ethiopia. (*Baxter*)

Contaminant Fate Research in the Great Lakes. The potential availability of contaminants adsorbed onto sediment to benthic organisms and, through desorption directly to the water, has been of concern for a considerable time. Therefore, a study was undertaken to determine the uptake of several chlorinated hydrocarbons by aquatic worms from contaminated sediments. It was found that the concentration factor, CF (chemical concentration in worm/chemical concentration in sediment), varied considerably with chemical structure and sediment type. For example, CFs varied from 0.06 for 1,2,4,5-tetrachlorobenzene to 6.7 for octachlorostyrene — a difference of over two orders of magnitude. Because of the different CFs for various chemicals, the oligochaete worms contained a chemical mixture different from the sediment in which they lived. Thus, worm predators such as small fish would be subjected to a different chemical mixture than is found in the sediments.

In contrast to these results, the desorption of chlorinated chemicals from suspended sediments into the aqueous phase changed very little with chemical structure. Temperature seemed to be the most important variable governing desorption rates. Desorption half-lives decreased from 60 days at 4°C to 40 days at 20°C to 10 days at 40°C under continuous purging of the organics from the water. Some crude estimates of the loadings of chemicals via desorption from bottom sediments in Lake Ontario were compared with loadings of these chemicals from the Niagara River. For compounds with low current loadings from the river, desorption from bottom sediments could play a significant role in controlling lake water concentrations. (*Oliver, Nicol*)

A two-year study on 31 chlorinated compounds in weekly samples from the Niagara River showed a measurable background concentration for most contaminants (likely because of steady leaching from chemical waste disposal sites along the river), and large unpatterned concentration spikes (likely because of direct chemical discharges to the river). Although some reduction in discharges has been achieved in recent years, this study shows that chemical dumping into the river is still a problem.

The river contaminants adsorbed to settling particles in Lake Ontario have been studied using sediment traps. Contaminant fluxes to the lake sediments were found to be much lower than anticipated, likely due to significant volatilization losses from the lake. The trace organic composition of sediment trap material revealed that considerable resuspension of bottom sediments is occurring in Lake Ontario, particularly during the winter months. (*Oliver, Nicol, Charlton*)

Studies on the uptake and elimination of contaminants by rainbow trout (with A. Niimi, Great Lakes Fisheries Research Branch) are continuing. The bioconcentration factors determined in these studies have been related to physical-chemical properties of the chemicals. The correlation is good for small compounds with low octanol-water partition coefficients. (*Oliver, Nicol*)

INORGANICS SECTION

This Section determines the persistence and fate of inorganic and organometallic contaminants in aquatic ecosystems by conducting investigations of contaminated ecosystems and laboratory studies on the physical, chemical and biological factors that determine the persistence and fate of metals and organometals in aquatic ecosystems. Physical factors include atmospheric deposition to water, volatilization from water, and adsorption to suspended solids and sediment. Chemical factors include metal complex formation and speciation, hydrolysis and sunlight photolytic degradation. Biological factors include uptake by a variety of aquatic organisms, with subsequent transformation (e.g. methylation of metals) and degradation.

Fate of Tributyltin in Aquatic Environments. Tributyltin is a pesticide that is widely used as an antifouling agent in boat paint, as a slimicide in cooling towers, and as a general lumber preservative. It is very toxic to aquatic life. The goal of this study is to determine its occurrence, persistence and fate in aquatic ecosystems.

A survey of water and sediment for tributyltin from 250 locations in Canada is nearing completion. Preliminary results indicate that tributyltin is mainly found in harbours and marinas and other areas of heavy boating and shipping traffic, and this is probably due to its use as an antifouling agent in paint for boats, ships and docks. Table 3 shows some preliminary results on the occurrence of tributyltin.

Table 3. Tributyltin in Water, Sediment and Fish

Medium	Occurrence	Tributyltin concentration range	Most contaminated locations
Water	37 of 110 locations	0.01–18.10 $\mu g \cdot L^{-1}$	Toronto, Port Hope and Whitby harbours
Sediment	20 of 76 locations	0.01–3.52 $mg \cdot kg^{-1}$ dry weight	Toronto, Montreal and Whitby harbours
Fish	4 of 13 locations	0.01–0.02 $mg \cdot kg^{-1}$ dry weight	Hamilton Harbour

Twenty-two of the 37 water samples shown in Table 3 had concentrations exceeding the value of 0.07 Sn $\mu g \cdot L^{-1}$, which causes growth retardation in rainbow trout fry, and the tributyltin concentration at one location, Toronto Harbour, exceeded the 24-hour LC_{50} value of 11 Sn $\mu g \cdot L^{-1}$ for adult rainbow trout. Thus there is cause for concern with regard to chronic toxicity of tributyltin to sensitive organisms in these areas. The toxicological significance of sediment-bound tributyltin is still in question. It has generally been assumed that adsorption of tributyltin to sediments constitutes a mechanism for removal from aquatic environments. We have, however, shown that oligochaete worms can take up tributyltin from sediment, thereby making it potentially bioavailable to bottom-feeding fish.

An intensive investigation of the environmental chemistry and fate of tributyltin showed that the main factors limiting the persistence of this pesticide were sunlight and bacterial degradation, and under Canadian conditions, the half-life is at least several months. The ultimate fate of tributyltin is probably conversion to harmless insoluble stannic oxide, and precipitation to the sediments. (*Maguire, Tkacz*)

Occurrence and Fate of Alkylleads in Aquatic Environments. Fish, sediment and surface water microlayer samples from the St. Clair and St. Lawrence rivers were found to contain significant concentrations of tetra-, tri- and dialkyllead species (where alkyl = methyl or ethyl), which are believed to be derived from tetraalkyllead antiknock production plants in the areas. Triethyllead is generally the most toxic of the alkyllead species to aquatic organisms. Freshwater clams (*Elliptio complanata*) accumulate triethyl- and trimethyllead in muscle and viscera, and apparently do not metabolize these species.

Alkyllead compounds are degraded by sunlight in successive dealkylation steps to inorganic lead. Half-lives of degradation are generally of the order of hours to days.

The abiotic methylation of lead (II) to methyllead (IV) by methyl iodide proceeds quickly. Such a process may be environmentally important in view of the presence of methyl iodide in natural waters, and may provide the reason for the existence of methyllead and methyltin species in natural waters remote from anthropogenic sources. Although environmental transmethylations between some elements have been shown to occur, methyllead (IV) is probably not produced in such a fashion. Methyllead species, however, can transfer the methyl group to other metals such as tin.

Preliminary work has been done on the use of the adenylate energy charge ratio in phytoplankton as an indicator for environmental stress. The ratio is based on the concentrations of ATP, ADP and AMP in an organism. It may have great value as an indicator of environmental stress of pollution if, as hypothesized, the concept can be generalized to all levels of aquatic food chains. (*Chau, Bengert*)

Bioavailability of Toxic Metals, Metalloids and Phosphorus in Aquatic Ecosystems. A study of the geochemical availability of elements in bottom sediments of the Detroit River and western Lake Erie has shown that hydrous iron oxides are the dominant extrinsic factors controlling the environmental mobility of phosphorus, cadmium, zinc, cobalt, lead, chromium, nickel and managanese. In the aquatic ecosystem it is suggested that the presence of a large excess of iron over phosphorus (because of the implementation of abatement measures for the latter) is beneficial because of the efficient scavenging of inorganic contaminants. The Welland River was shown to contribute 12 t of zinc per year to Lake Ontario, which is 9% of the 136 t contributed by the Niagara River. This percentage is expected to rise, since the major source of zinc to the Niagara River, the Bethlehem Steel Corp., ceased steel-making operations in 1983.

Research is underway (1) to validate analytical methods for determining the speciation of cadmium and its availability in water, sediment and other environmental "compartments" and (2) to determine the geochemical pathways of inorganic contaminants in the St. Lawrence River and in Hamilton Harbour. (*Lum, Kokotich*)

Metal and Metalloid Speciation and Bioavailability. The association of metals with various sediment components was investigated by the separation of sediments from Lake Erie and the Niagara and Detroit rivers into seven size fractions. The geochemistry and mineralogy of each size fraction were determined together with concentrations of metals. The results indicated that most of metals were associated either with clay minerals or organic matter in Lake Erie. Fine particles from the Niagara and Detroit rivers contained up to 26 times higher concentrations of lead, zinc, copper, chromium and cobalt than fine particles from Lake Erie. These fine particles are susceptible to resuspension and transport from the Detroit and Niagara rivers into Lakes Erie and Ontario, respectively.

The Shubenacadie River headwater lakes in Nova Scotia are contaminated with arsenic and mercury as a result of past gold mining activities in the area. Studies of pathways of arsenic and mercury through the food chain showed significant uptake by benthic organisms, particularly aquatic worms, chironomids and clams. (*Mudroch, Kokotich*)

RADIONUCLIDES SECTION

The major objective of this Section is to study the behaviour of both naturally occurring and artificially produced radionuclides in the Canadian aquatic ecosystems. Studies include the delineation of pathways of radionuclides discharged to rivers and lakes; the measurement of levels of these radio-

nuclides in water, biota and sediments; the development of methods for the determination of these radionuclides; and the application of predictive models for the dispersion of radionuclides in surface waters.

Uranium-Series Radionuclides in Langley Bay, Lake Athabasca (Saskatchewan) Ecosystem. Levels of these radionuclides have been measured in over 150 sediment, water, fish and aquatic plant samples in order to study the extent of radionuclide contamination due to an abandoned uranium mine waste site. A preliminary evaluation of the data indicates that the contaminants are being transported by sediments to Lake Athabasca. The radionuclide measurements are now being supplemented by stable element (20) data. The distribution of radionuclides in various fish organs is also being investigated. (*Joshi, Platford, Thompson*)

The Port Granby Radioactive Waste Management Site. Our analyses for radioisotopes leached from the site were completed in 1984. The concentrations in various locations at the site and downstream from it are given by symbols 3 through 9 in Figure 16. The concentrations of both ^{226}Ra and/or uranium are within the maximum acceptable limits for drinking water (as set out by the Department of National Health and Welfare) at all points more than 1 m out from the shore of Lake Ontario. (*Platford, Joshi, FitzGerald*)

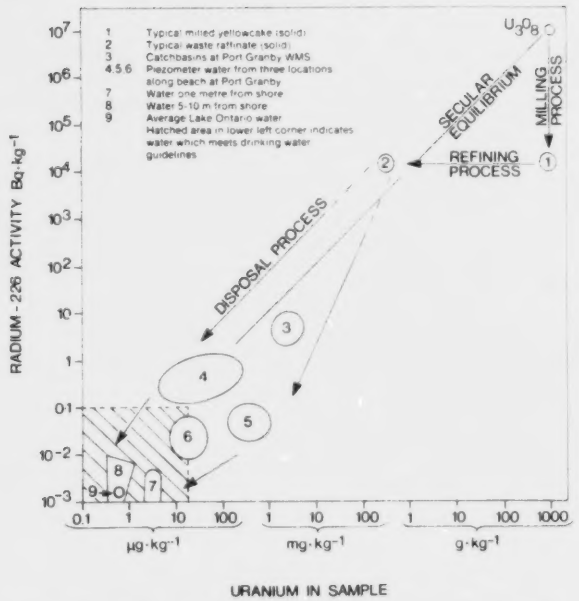


Figure 16. **Radium/uranium ratio in typical solid and liquid compartments associated with the Port Granby site in Ontario, WMS – waste management site.**

Radionuclide Pathways in the Niagara River/Lake Ontario. Levels of ^{137}Cs, ^{238}Pu, $^{239,240}Pu$, ^{241}Am and various uranium and thorium isotopes have been measured in five ^{210}Pb-dated sediment cores from Lake Ontario. A preliminary analysis of data shows that these locations receive non-fallout inputs of ^{137}Cs, ^{238}Pu, $^{239,240}Pu$ and ^{241}Am. A unique feature, common to all locations, is the incompatibility of the ^{137}Cs profile with those for transuranics. Further work is underway to assess these profiles and the role of sediment mixing. (*Joshi, Thompson*)

ACID DEPOSITION SECTION

The objective of research projects conducted by the Acid Deposition Section is to quantify and understand the hydrogeochemical response of acid-sensitive basins to the deposition of air pollutants. Two projects are underway, both utilizing the remote Turkey Lakes Watershed (TLW) as the field study site. The first study employs calculation of mass balances in the TLW to define the most important geochemical mechanisms controlling the "dose-response" relationship for this basin, and the second study is focussed on determining the factors or processes controlling the short-term acidification associated with spring snowmelt.

The TLW is an undeveloped, hydrologically calibrated basin (area = 10.5 km²), located 50 km north of Sault Ste. Marie, Ontario. It is completely forested (mixed hardwood) and contains a chain of five lake basins which exhibit a range of geochemical sensitivity and response to acidic deposition. For example, mean lake alkalinity increases from 0.04 to 0.19 meq·L^{-1} from the headwater to the lowest lake in the chain.

Geochemical Mass Balances in a Calibrated Watershed. All data necessary for calculating lake mass budgets have been collected from June 1981 to May 1985. Mass budgets of ions for two "water-years" (June–May, 1981/82 and 1982/83) for a high elevation lake (Batchawana Lake South) and a low elevation lake (Turkey Lake) have been calculated. For example, budgets for selected parameters for the second water-year are given in Table 4. The budgets show that almost all of the hydrogen ion, but only part of ammonium and nitrate entering the lake are retained (Output – Input <1); therefore all three species play an acidifying role in the TLW. Sulphate budgets are approximately in balance, that is, sulphate in the TLW is in a steady-state condition. Excess output of calcium and particularly alkalinity over input suggests the presence of unaccounted sources for these two ions. Probable sources include ground water and primary production; a possible source is within-lake alkalinity generation via sulphate reduction. The mass budget studies in the TLW are continuing. (*Jeffries, Semkin, Neureuther, Seymour, Gough*)

Snowmelt and Acid Shock. The accumulation and loss of ionic pollutants from the snowpack have been studied in the TLW since 1981. In 1985, a snow-box was used to contain (*in*

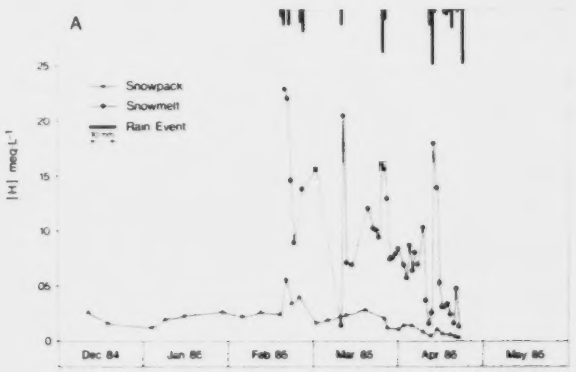


Figure 17. **Hydrogen ion in snowpack and snowmelt.**

Table 4. Mass Budget (keq) of Selected Ions for Batchawana Lake South and Turkey Lake for June 1982 – May 1983

Ion	Lake	Inputs: Bulk deposition	Inputs: Terrestrial basin	Inputs: Major inflow	Total input	Total output	Out/I
H	Batchawana	4.3	1.4	0.4	6.1	1.2	0.19
	Turkey	38	0	1	40	0	0
Ca	Batchawana	0.5	42.2	20.8	63.4	91.9	1.45
	Turkey	4	504	1043	1551	1972	1.27
NH_4	Batchawana	1.5	0.4	0.8	2.7	2.3	0.85
	Turkey	14	2	3	18	10	0.57
Alk	Batchawana	−4.3	4.4	6.0	6.1	28.3	4.68
	Turkey	−38	249	580	788	1260	1.60
SO_4	Batchawana	4.5	46.5	20.3	71.3	81.3	1.14
	Turkey	40	262	582	883	936	1.06
NO_3	Batchawana	2.3	6.3	2.3	10.8	9.3	0.86
	Turkey	20	53	78	152	111	0.73

situ) the accumulating snowpack and later to channel all meltwater output plus rainfall into a "volume priority" fraction collector. An example of the hydrogen ion concentration in the snowpack and meltwaters is shown in Figure 17. Our studies show that in the TLW, the water quality of snowmelt water is strongly influenced by the occurrence of rainfall. In particular, the major acid anion accumulating in the snowpack is nitrate; with the influence of spring rainfall, however, the dominating anion in the meltwater is usually sulphate. (*Jeffries, Semkin, English, Neureuther*)

STAFF LIST

Chief — R.J. Allan, B.Sc., M.S., Ph.D., D.Sc.
Secretary — E.M. Kerr
Administrative Officer — F. Boyd

Organics-Pathways Section
Head

J.H. Carey, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	photodegradation of organic contaminants

Researchers

M.E. Fox, B.Sc.	persistent organic contaminants in aquatic ecosystems
J.L. Metcalfe, B.Sc.	biological fate of contaminants
E. Nagy, Dipl. Chem., M.Sc., Ph.D.	fate and effects of herbicides
W.M.J. Strachan, B.A., M.A., Ph.D.	organic contaminants in aquatic ecosystems, especially rain

Technical Staff
L. Coletta
J.H. Hart

Organics-Properties Section
Head

K.L.E. Kaiser, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	structure-activity correlations of organic contaminants

Researchers

R.M. Baxter, B.Sc., Ph.D.	biochemistry and degradation products of PCBs
K. Kwasniewska, M.Sc.	biodegradation of organic contaminants and toxicity to microorganisms
D.L.S. Liu, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	biodegradation of organic contaminants
B.G. Oliver, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	sources of aquatic organic contaminants, water chlorination by-products

Technical Staff
M.E. Comba
K.D. Nicol
K. Thomson, B.Sc.

Inorganics Section
Head

R.J. Maguire, B.Sc., Ph.D.	aquatic fate of organometallics

Researchers

Y.K. Chau, B.Sc., M.Sc., Ph.D., D.Sc.	chemical and biological processes of organometallics in the aquatic environment; metal speciation and toxicity
K.R. Lum, B.Sc., Ph.D.	chemical forms of trace metals and geochemistry of particulate matter
A. Mudroch, Dipl. Chem., M.Sc.	bioassays and geochemistry of sediments

Technical Staff
G.A. Bengert, B.Sc.
R.J. Tkacz, B.Sc.
E. Kokotich, B.Sc.

Acid Deposition Section
Head

D.S. Jeffries, B.Sc., Ph.D.	geochemical processes controlling lake acidification; metal geochemistry

Researcher

R.G. Semkin, B.Sc., M.Sc.	geochemical processes controlling lake acidification

Post Doctoral Fellow

M. English, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	snow chemistry

Technical Staff

M.D. Semour
J. Longlade, B.Sc.
R. Neureuther

Radionuclides Section Head

S.R. Joshi, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	aquatic pathways of radionuclides

Researcher

R.F. Platford, B.A., M.Sc., Ph.D.	physical chemistry of radionuclides

Technical Staff

J.A. FitzGerald
S.P. Thompson, B.Sc.

COMMITTEE MEMBERSHIP

R.J. Allan
- Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*
- Editor-in-Chief, *Water Pollution Research Journal of Canada*
- IJC Science Advisory Board (GLWQA)

J.H. Carey
- Interdepartmental Ontario Region Toxic Contaminants Committee (GLWQA)

Y.K. Chau
- NRC Environmental Secretariat Panel on Organotins
- NSERC Environmental Toxicology Panel
- Standards Council of Canada

M.E. Fox
- Niagara and St. Lawrence River Surveillance Plan Task Force

D.S. Jeffries
- Algoma Watershed Acid Rain Steering Committee
- LRTAP Assessment Task Force of the Research and Monitoring Coordinating Committee

S.R. Joshi
- DOE Nuclear Advisory Committee
- Canadian Uranium Producers' Analytical Subcommittee
- Canadian Advisory Committee/International Standards Organization, TC/SC3-Water Quality/Radiological Methods

K.L.E. Kaiser
- UGLCC, Water Work Group

D.S. Liu
- Standards Council of Canada
- ASTM Oxygen Uptake Group
- UN-FAO Marine Fouling Group

K.R. Lum
- DOE Working Group on Cadmium

R.J. Maguire
- Environmental Monitoring of Forest Insect Control Operations Committee
- NRC Environmental Secretariat Panel on Organotins
- ECA Chemical Evaluation Committee

A. Mudroch
- Inland Waters Directorate Federal-Provincial Schubenacadie Lakes Study Group

E. Nagy
- AGRAD Working Group on Fate of Oil

B.F. Scott
- International Standards Organization
- DOE Ontario Region Environmental Emergency Team

W.M.J. Strachan
- Interdepartmental Ontario Region Toxic Contaminants Committee (GLWQA)
- IJC/SAB Aquatic Ecosystem Objectives Committee (GLWQA) — Chairman
- IJC/SAB-WQB Co-ordinating Committee for the Assessment of Chemicals (GLWQA)
- DOE/NHW Toxic Chemical Committee (ECA)

PUBLICATIONS

Allan, R.J. 1984. The Canadian approach to water studies. Proc. Workshop on Surface Water Resources Data. Australian Water Resources Council Conf. Series No. 10, pp. 293–300.

Allan, R.J. 1985. The role of particulate matter in the transport and burial of contaminants in aquatic ecosystems. In *The Role of Particulate Matter in the Transport and Fate of Pollutants*, B.T. Hart (ed.), Pub. Water Studies Centre, C.I.T., Melbourne, Australia, Chapter 1, pp. 1–56.

Allan, R.J. 1985. The role of particulate matter in the bioavailability, recycling and bioaccumulation of contaminants in aquatic ecosystems. In *The Role of Particulate Matter in the Transport and Fate of Pollutants*, B.T. Hart (ed.), Pub. Water Studies Centre, C.I.T., Melbourne, Australia, Chapter 2, pp. 57–96.

Allan, R.J., T. Brydges, D. Dodge, R.D. Hamilton, D.G. Jeffs, and K. Shikaze. 1984. Mercury Pollution in the Wabigoon–English River System of Northwestern Ontario and Possible Remedial Measures. Final Report of the Steering Committee, Vol. 1, 18 pp. and Vol. 2, 538 pp.

Baxter, R.M. 1985. Environmental Effects of Reservoirs. In *Microbial Processes in Reservoirs*, D. Gunnison (ed.), Dr. W. Junk, Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, pp. 1–26.

Baxter, R.M. 1985. Bacterial formation of humus-like material from polychlorinted biphenyls (PCBs). Water Pollut. Res. J. Can. In press.

Bobba, A.G., D.C.L. Lam, **D.S. Jeffries**, D. Bottomley, J.Y. Charette, and L. Logan. Modelling the hydrological regimes in acidified watersheds. Wat. Air Soil Pollut.

Carey, J.H. (Panel member). 1985. TFM and Bayer 73: Lampricides in the aquatic environment. National Research Council of Canada, NRCC No. 22488.

Carey, J.H., and S.A. Zaidi. Use of low pressure mercury lamps for the photodecomposition of iron cyanide in gold mill effluents. J. Water Pollut. Res. Can. In press.

Carey, J.H., M.E. Fox, B.G. Brownlee, **J.L. Metcalfe,** and **R.F. Platford.** 1985. Disappearance kinetics of 2,4- and 3,4-chlorophenols in a fluvial system. Can. J. Physiol. Pharmacol., 62: 971–975.

Chau, Y.K. 1985. Analytical aspects of organo-metallic speciation in freshwater systems. In *The Importance of Chemical Speciation in Environmental Processes*, F.E. Brinckman and M. Bernhard (eds.), Springer-Verlag, Berlin. In press.

Chau, Y.K., and P.T.S. Wong. 1985. Organo-group IV compounds in the environment. In *Organometallics in the Environment.*, P.G. Craig (ed.), Longmans Press, London. In press.

Chau, Y.K., R.J. Maguire, P.T.S. Wong, and M. Sanderson (eds.). 1985. The St. Clair River — Detroit River. Special Issue. J. Great Lakes Res., 11: 191.

Chau, Y.K., R.J. Maguire, P.T.S. Wong, B.A. Glen, **G.A. Bengert**, and **R.J. Tkacz.** 1984. Occurrence of methyltin and butyltin species in environmental samples in Ontario. NWRI Rep. No. 84-01.

Chau, Y.K., P.T.S. Wong, **G.A. Bengert,** J.L. Dunn, and B. Glen. 1985. Occurrence of alkyllead compounds in the Detroit and St. Clair rivers. J. Great Lakes Res. In press.

Comba, M.E., and **K.L.E. Kaiser.** 1985. Volatile halocarbons in the Detroit River and their relationship with contaminant sources. J. Great Lakes Res., 11: 404–418.

Cullen, J.M., and **K.L.E. Kaiser.** 1984. An examination of the role of rotational barriers in the toxicology of PCB's. In *QSAR in Environmental Toxicology*, K.L.E. Kaiser (ed.), D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 39–66.

Dafoe, T., **J. Carey,** S.H. McCrindle, P.G. Wells, and R.C.H. Wilson. 1985. Relationships between the biological testing of industrial effluents and the quality of receiving waters — Canadian approaches and examples. Proc. of the OECD Workshop on Biological Testing of Effluents.

Dixon, D.G., P.V. Hodson, and **K.L.E. Kaiser.** 1984. The use of rapid biochemical indicators of toxicant stress to generate biological data bases for QSAR. Proc. Workshop QSAR in Environmental Toxicology, K.L.E. Kaiser (ed.), pp. 67–73.

Dixon, D.G., C.B.A. Hill, P.V. Hodson, E.J. Kempe, and **K.L.E. Kaiser.** 1985. Plasma leucine aminoaphythylamidase as an indicator of acute sublethal toxicant impact in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). In Proc. 10th Ann. Aquatic Toxicol. Workshop, Can. Tech. Rep. Fish. Aquatic Sci.

English, M.C., **D.S. Jeffries,** N. Foster, and **R.G. Semkin.** The chemical and hydrological interaction of acid snowmelt waters with the terrestrial portion of a Canadian Shield catchment. Submitted to Water Air Soil Pollut.

Fox, M.E. 1985. A practical sampling and extraction system for the quantitative analysis of organochlorine contaminants in filtered water and suspended solids. NWRI Rep.

Fox, M.E., and **S.R. Joshi.** 1984. The fate of pentachlorophenol in the Bay of Quinte. J. Great Lakes Res., 10(2): 190–196.

Hashimoto, Y., K. Tokura, H. Kishi, and **W.M.J. Strachan.** 1984. Prediction of seawater solubility of aromatic compounds. Chemosphere, 13: 881–888.

Hodson, P.V., D.G. Dixon, and **K.L.E. Kaiser.** 1984. Measurement of median lethal dose as a rapid indication of contaminant toxicity to Fish. Environ. Toxicol. Chem., 3: 243–254.

Hodson, P.V., D.G. Dixon, and **K.L.E. Kaiser.** 1984. Median lethal dose (LD50) as a rapid indicator of contaminant toxicity in fish. In *QSAR in Environmental Toxicology*, K.L.E. Kaiser (ed.), D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 179–187.

Hushon, J.M., A.W. Klein, and **W.M.J. Strachan.** 1984. Use of OECD premarket data exposure analysis for new chemicals. Chemosphere, 12: 887–910.

Jackson, R.E., **S.R. Joshi**, and **R.F. Platford** (eds.). 1984. Radioactivity in the Canadian aquatic environment. Special Issue, Water Pollut. Res. J. Can., 19(2): 148.

Jeffries, D.S., R.G. Semkin, and R. Neureuther. 1984. Data report: Lake outflow hydrology (1980–1983). Turkey Lakes Watershed unpub. rep. No. TLW-84-01, 30 pp.

Jeffries, D.S., R.G. Semkin, R. Neureuther, M. Seymour, and J.A. Nicholson. Assessment of the effect of acidic precipitation on the Turkey Lakes watershed using a mass balance approach. Submitted to Water Air Soil Pollut.

Joshi, S.R. 1984. ^{137}Cs, ^{226}Ra and total uranium in fish from Lakes Ontario, Erie, Huron and Superior during 1976–1982. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 110–119.

Joshi, S.R. 1985. Recent sedimentation rates and ^{210}Pb fluxes in Georgian Bay and Lake Huron. Sci. Total Environ., 41: 219–233.

Joshi, S.R. 1985. Lanthanum fluoride coprecipitation technique for the preparation of actinides for alpha-particle spectrometry. J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 90: 409–414.

Joshi, S.R. 1985. Determination of thorium-228, thorium-230 and thorium-232 in sediment by anion exchange and nuclear spectrometry. Anal. Chem., 57: 1023–1026.

Joshi, S.R., and **M.E. Fox.** 1985. The ^{210}Pb and ^{137}Cs profiles in sediment cores from Bay of Quinte, Lake Ontario. J. Radioanal. Nucl. Chem. Articles, 90(1): 207–215.

Kaiser, K.L.E. (ed.). 1984. *QSAR in Environmental Toxicology*. D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Holland, 406 pp.

Kaiser, K.L.E. 1984. Organic contaminants in the environment. Research progress and needs. Environ. Int., 10: 241–250.

Kaiser, K.L.E. 1985. Report on the workshop on QSAR in environmental toxicology, 16-18 August 1983, McMaster University, Hamilton, Ontario. In Proc. 10th Ann. Aquat. Toxicol. Workshop, Can. Tech. Rep. Fish. Aquatic Sci.

Kaiser, K.L.E., and J.M. Ribo. 1985. QSAR of toxicity of chlorinated aromatic compounds. In *QSAR in Toxicology and Xenobiochemistry*, M. Tichy (ed.), Elsevier, pp. 27–38.

Kaiser, K.L.E., P.V. Hodson, and D.G. Dixon. 1984. QSAR studies on chlorophenols, chloro-benzenes and para-substituted phenols. In *QSAR in Environmental Toxicology*, K.L.E. Kaiser (ed.), D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 189–206.

Kaiser, K.L.E., M.E. Comba, H. Hunter, **R.J. Maguire, R.J. Tkacz**, and **R.F. Platford.** 1985. Trace organic contaminants in the Detroit River. J. Great Lakes Res., 11: 386–399.

Kwasniewska, K. 1985. Biodegradation of crystal violet (hexamethyl-p-rosaniline chloride) by oxidative red yeasts. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 34: 323–330.

Kwasniewska, K., and **K.L.E. Kaiser.** 1984. Toxicities of selected chloro-anilines to four strains of yeast. In *QSAR in Environmental Toxicology*, K.L.E. Kaiser (ed.), D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 223–233.

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, **D.S. Jeffries**, and J.R.M. Kelson. Relationships of spatial gradients of primary production, buffering capacity and hydrology in the Turkey Lakes watershed. Proc. ASTM Symp. on Biol. Effects Acid Precip., Bar Harbour, Florida. In press.

Lam, D.C.L., S. Boregowda, A.G. Bobba, and **D.S. Jeffries.** Interfacing hydrological and hydrochemical models for simulating acidification effects in Canadian watersheds. Submitted to Water Air Soil Pollut.

Liu, D. 1983. Fate of oil dispersants in aquatic environment. Sci. Total Environ., 32: 93–98.

Liu, D. 1985. Micro determination of carbonate alkalinity in water. In Proc. of the 18th Annual Conference on Trace Substances in Environmental Health, D.D. Hemphill (ed.), Columbia, Missouri, pp. 427–434.

Liu, D. 1985. Effect of bacterial cultures on microbial toxicity assessment. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 34: 331–339.

Liu, D. 1985. Biodegradation of petroleum via fermentation. In *Biotechnology* P.N. Cheremisinoff and R.P. Quellette (eds.), Technomic Publications Co., Lancaster, Pennsylvania, pp. 103–134.

Liu, D. Biodegradation tests. In *Toxicity Testing Using Microorganisms*, B.J. Dutka and G. Bitton (eds.), CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. In press.

Liu, D. Resazurin reduction method for toxicity assessment of water-soluble and insoluble chemicals. Toxicity assessment. In press.

Liu, D., and B.J. Dutka (eds.). 1984. *Toxicity Screening Procedures Using Bacterial Systems*. Marcel Dekker Inc., New York, 476 pp.

Liu, D., and **K. Thomson.** 1984. Quantitative toxicity assessment of water insoluble chemicals. In *Toxicity Screening Procedures Using Bacterial Systems*, D. Liu and B.J. Dutka (eds.)., Marcel Dekker Inc., New York. pp. 139–145.

Liu, D., and **K. Thomson.** Biochemical responses of bacteria after short exposure to alkyltins. Bull. Environ. Contam. Toxicol. In press.

Liu, D., K. Thompson, and A.C. Anderson. 1984. Identification of nitroso compounds from biotransformation of 2,4-dinitrotoluene. Appl. Environ. Microbiol., 47: 1295–1298.

Lum, K.R., and K.L. Gammon. 1985. Geochemical availability of some trace and major elements in surficial sediments of the Detroit River and western Lake Erie. J. Great Lakes Res., 11: 328–338.

Lum, K.R., M.E. Comba, P.R. Youakim, and **E.A. Kokotich.** 1985. A preliminary study of inorganic contaminants and water quality in the Welland River watershed. NWRI Rep. No. 85-63.

Maguire, R.J. and **R.J. Tkacz.** 1985. Degradation of the tri-n-butyltin species in water and sediment from Toronto Harbour. J. Agric. Food Chem., 33: 947–953.

Maguire, R.J., R.J. Tkacz, and D.L. Sartor. 1985. Butyltin species and inorganic tin in water and sediment of the Detroit and St. Clair rivers. J. Great Lakes Res., 11: 320–327.

Manning, P.G., **K.R. Lum,** H.K.T. Wong, and T. Birchall. 1985. Origin and age of the ferrihydrite layer in Lake Ontario sediments. Can. Mineral., 23: 103–110.

Metcalfe, J.L., and **A. Mudroch.** 1985. Distribution of arsenic and mercury in zoobenthos from the Shubenacadie River headwater lakes in Nova Scotia. NWRI Contribution No. 85-72, 30 pp.

Metcalfe, J.L., M.E. Fox, P.A. Coletta, and **J.H. Carey.** 1985. Chlorophenol levels in aquatic leeches from selected sites in southwestern New Brunswick. NWRI Contribution No. 85-61, 13 pp.

Mudroch, A. 1984. Particle size effects on concentration of metals in Lake Erie bottom sediments. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 27–35.

Mudroch, A. 1984. Chemistry, mineralogy and morphology of Lake Erie suspended matter. J. Great Lakes Res., 10: 286–298.

Mudroch, A. 1985. Geochemistry of the Detroit River sediments. J. Great Lakes Res., 11: 193–200.

Mudroch, A., and S. Davies. 1985. Chemical speciation of metals in sediment elutriates. Environ. Intern., 11: 89-94.

Mudroch, A., N. Arafat, and S. Davies. 1984. Changes in chemical speciation of soluble metals in Quebec lakes. Environ. Technol. Lett., 5: 237–244.

Nagy, E., W.D. Taylor, and **J. Hart.** Degradation of 2,4-D in experimental systems containing bacteria and protozoa. Submitted to Sci. of the Total Environ.

Niimi, A.J., and **B.G. Oliver.** 1985. Biological half-lives of chlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Environ. Toxicol. Chem. In press.

Oliver, B.G. 1984. The relationships between bioconcentration factors in rainbow trout and physical-chemical properties for some halogenated compounds. In *QSAR in Environmental Toxicology*, **K.L.E. Kaiser** (ed.), D. Reidel Pub. Co., Holland, pp. 301–317.

Oliver, B.G. 1984. Uptake of chlorinated organics from anthropogenically contaminated sediments by oligochaete worms. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 878–883.

Oliver, B.G. 1984. Distribution and pathways of some chlorinated benzenes in the Niagara River and Lake Ontario. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 47–58.

Oliver, B.G. 1985. Desorption of chlorinated hydrocarbons from spiked and anthropogenically contaminated sediments. Chemosphere, 14: 1087–1106.

Oliver, B.G. 1985. Final report on the use of East Ghor Canal waters as a raw water source for treatment plant to supply domestic water to Amman, Jordan. NWRI unpub. rep. 85-77.

Oliver, B.G., and R.A. Bourbonnniere. 1985. Chlorinated contaminants in surficial sediments of Lakes Huron, St. Clair and Erie: Implications regarding sources along the St. Clair and Detroit rivers. J. Great Lakes Res., 11(3): 366–372.

Oliver, B.G., and M.N. Charlton. 1984. Chlorinated organic contaminants on settling particulates in the Niagara River vicinity of Lake Ontario. Environ. Sci. Technol., 18: 903–908.

Oliver, B.G., and **K.D. Nicol**. 1984. Chlorinated contaminants in the Niagara River, 1981 to 1983. Sci. Total Environ., 39: 57–70.

Oliver, B.G., and A.J. Niimi. 1983. Rainbow trout bioconcentration of some halogenated aromatics from water at environmental concentrations. Environ. Toxicol. Chem., 3: 271–277.

Oliver, B.G., and A.J. Niimi. 1985. Bioconcentration factors of some halogenated organics in rainbow trout: Limitations in their use for prediction of environmental residues. Environ. Sci. Technol., 19: 842–849.

Peterson, R.H., **J.L. Metcalfe,** and S. Ray. 1985. Uptake of cadmium by eggs and alevins of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as influenced by acidic conditions. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 34: 359–368.

Platford, R.F., A.G. Bobba, and **S.R. Joshi.** 1984. The Port Granby radioactive waste management site. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 90–96.

Platford, R.F., J.A. FitzGerald, A.G. Bobba, and **S.R. Joshi.** 1984. Report on the groundwater at the Port Granby radioactive waste management site. NWRI unpub. rep. 84-9.

Platford, R.J., R.J. Maguire, R.J. Tkacz, and N. Madsen. 1984. A note on the NWRI microlayer sample. NWRI Rep. No. 84-10.

Platford, R.F., R.J. Maguire, R.J. Tkacz, M.E. Comba, and **K.L.E. Kaiser.** 1985. The distribution of hydrocarbons and chlorinated hydrocarbons in various phases of the Detroit River. J. Great Lakes Res., 11: 379–385.

Ribo, J.M., and **K.L.E. Kaiser.** 1984. Toxicities of aniline derivatives to *Photobacterium phosphoreum* and their correlations with effects on other organisms and structural parameters. In *QSAR in Environmental Toxicology*, K.L.E. Kaiser (ed.), D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 319–336.

Ribo, J.M., B.M. Zaruk, H. Hunter, and **K.L.E. Kaiser.** 1985. Microtox toxicity test results for water samples from the Detroit River. J. Great Lakes Res., 11: 297–304.

Scott, B.F., **J.H. Carey, E. Nagy,** and R. Dermott. 1984. The fate of 3-trifluoromethyl-4-nitrophenol (TFM) in quiescent waters and its impact on benthos. Water Pollut. Res. J. Can., 19(1): 59–65.

Scott, B.F., **E. Nagy,** D.S. Painter, and W.D. Taylor. 1985. The fate and impact of 2,4-D on an aquatic ecosystem. NWRI Contribution No. 85–34.

Semkin, R., and **D.S. Jeffries.** Storage and release of contaminants from the snowpack in the Turkey Lakes watershed. Submitted to Water Air Soil Pollut.

Semkin, R.G., D.S. Jeffries, and R. Neureuther. Relationships between hydrological conditions and the ionic composition of stream waters in the Turkey Lakes watershed. Proc. Can. Hydrol. Symp., Quebec City, Quebec.

Strachan, W.M.J. 1983. Workshop on data bases for aquatic toxicology. In Proc. 8th Annual Aquatic Toxicol. Workshop, pp. 225–229.

Strachan, W.M.J. and C.J. Edwards. 1984. Organic pollutants in Lake Ontario. In *Toxic Contaminants in the Great Lakes*, J.O. Nriagu and M.S. Simmons (eds.), John Wiley, pp. 239–264.

Thompson, J.A.J., M.G. Sheffer, R.C. Pierce, **Y.K. Chau,** J.J. Cooney, W.R. Cullen, and **R.J. Maguire.** 1985. Organotin compounds in the aquatic environment: Scientific criteria for assessing their effects on environmental quality. NRCC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, NRCC Pub. No. 22494, 284 pp.

Wong, P.T.S., and **Y.K. Chau.** 1984. Structure – activity of triaryl phosphate in freshwater algae. Sci. Total Environ., 32: 157–165.

Wong, P.T.S., **Y.K. Chau,** J.S. Rhamey, and M. Docker. 1984. Relationship between water solubility of chlorobenzenes and their effects on a freshwater alga. Chemosphere, 13: 991–996.

Wong, P.T.S., **R.J. Maguire, Y.K. Chau,** and O. Kramar. 1984. Uptake and accumulation of tin by a freshwater alga, *Ankistrodesmus falcatus*. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 41: 1570–1574.

Wood, R.B., **R.M. Baxter,** and M.V. Prosser. 1984. Seasonal and comparative aspects of chemical stratification in some tropical crater lakes, Ethiopia. Freshwater Biol., 14: 551–573.

The Analytical Methods Division is responsible for the research, development and evaluation of new, improved and more cost effective manual and automated analytical techniques (including sample collection, preservation and screening procedures) for the measurement of chemical, biochemical and microbiological parameters in water, sediment, suspended solids, biological materials and effluents. Analytical methodology support is provided to the Water Quality Branch (National and Regional laboratories), the National Water Research Institute, the Great Lakes Water Quality Program, the Toxic Chemicals Management Program, the Long Range Transport of Airborne Pollutants Program, and other federal and provincial clients. The Division also conducts interlaboratory quality assurance studies for all major water quality programs within the Department and provides centralized computer service to all components of the Canada Centre for Inland Waters.

Division personnel maintain close contact with scientists in other Canadian federal departments, provincial governments, U.S. federal and state agencies, and universities. In some cases collaborative studies are undertaken. The Division strongly supports the work of the International Joint Commission, the International Standards Organization, the American Society for Testing and Materials, the Federal Interdepartmental Committee on Pesticides and the Association of Official Analytical Chemists, by membership on committees and task groups.

The Division is made up of four sections: Analytical Chemistry Research, Quality Assurance and Methods, Microbiology Laboratories, and Computer Services.

ANALYTICAL CHEMISTRY RESEARCH SECTION

The Analytical Chemistry Research Section is engaged in advanced methodology and instrumentation research. The research is directed toward the development of new or improved techniques for the identification and measurement of the priority chemical contaminants in water, sediment and biological material. The Section's main objective is to provide cost effective, validated analytical methods to other agencies within Environment Canada. During the last two years, emphasis has been on the use of analytical techniques such as high pressure liquid chromatography, gas chromatography, mass spectrometry, atomic and molecular spectroscopy, radioimmunoassay, electrochemical, continuous flow and flow injection analyses. The Clean and Hazardous Chemicals Laboratory is also managed by the Section.

The recent interest in supercritical fluid chromatography (SFC) at our laboratory is due to the potential advantages SFC has over high performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography (GC). This interest was augmented by the development of small-bore column SFC. Small-bore columns are advantageous because column pressure drops are very low. The use of pressure or density programming to effect selectivity as opposed to gradient elution for HPLC or temperature programming for GC permits greater detection flexibility and the use of detectors such as the flame ionization detector. In the near future, we plan to use the mass spectrometer and, eventually, the nitrogen/phosphorus detection system. SFC can be used to separate a variety of complex oligomeric mixtures of surfactants, nonionic fluorine-containing surfactant FC-171, polyglycerides with molecular weight over 1000 atomic mass units, and polycyclic aromatic hydrocarbons. Future work will concentrate on the application of SFC to environmental analyses. (*Onuska*)

A separation method is being developed for the identification of organic nitrogen-containing compounds in sediment samples. Prefractionation of heteroaromatic compounds (HAC) from sediments into discrete chemical classes is being performed by adsorption column chromatography using small quantities of neutral aluminum oxide and silicic acid. Subsequent high resolution separation of individual components has been achieved by using open tubular column-high resolution gas chromatography (HRGC). Specific compound types are determined by GC-retention data and HRGC/MS. The principal classes identified in solvent-refined coal liquid and petroleum extracts were aliphatic hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons, nitrogen-containing HACs, and hydroxylated PAH fractions.

Water samples and suspended sediment samples from the Ottawa River were analyzed for base-neutrals, PCBs, chlorinated benzenes and organochlorine pesticides. Small quantities of PAHs and phthalates were confirmed by HRGC/MS, and traces of PCBs and OCs were identified by HRGC/ECD. Samples containing 2,3,7,8-TCDD were analyzed by HRGC/HRMS, and a minimum detection limit of 2 ppt in fish and sediment was established. Numerous samples suspected of containing 2,3,7,8-TCDD were analyzed for the Water Quality Branch. (*Onuska*)

Various methods of sample treatment, extraction and cleanup were evaluated in order to develop a suitable analytical scheme for selective determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins by HRGC/ECD or HRGC/MS in a variety of environmental samples. Samples containing dibenzofurans were also subjected to the cleanup and separation procedures. Recoveries of 85% to 98% were obtained. The transfer of this technology to the National Water Quality Laboratory has been completed. Considerable time and resources were spent to maintain the operation and services of the Clean and Hazardous Chemicals Laboratory for internal and external clients.

Radioimmunoassay (RIA) techniques have been proposed for the rapid and inexpensive screening of large numbers of environmental samples for polychlorinated dibenzo-p-dioxins and other trace organic contaminants. A procedure was adapted for labelling 2,3,7,8-TCDD with ^{125}I, and purifying and characterizing the reaction products on a repeatable basis. The repeatability of the RIA for PCDD was established using 2,3,7,8-TCDD standards, and the assay was standardized and calibrated. A variety of environmental samples and potential interferences were analyzed using RIA. The interfacing of the RIA for PCDDs with an extraction and cleanup procedure is in progress. A new method for solubilizing PCDDs for analysis by RIA was developed and is being evaluated. (*Sherry, Wilkinson*)

The presence of the pesticide toxaphene in the aquatic environment is a major concern to those responsible for water management. A study was undertaken to develop a method that would measure the concentration of toxaphene and that could be easily transferred to the National Water Quality Labo-

ratory. To this end, the existing organochlorine methodology was modified and the extracts analyzed by capillary detector. The success of the method relies on the selection of suitable peaks to quantify the material. It was found that under specific operating conditions, there were 48 peaks that individually contributed at least 0.7% to the toxaphene formulation. From these peaks, 11 peaks were selected that were not susceptible to interference by other common organochlorines and were recovered quantitatively through the cleanup steps. Under normal conditions using split/splitless GC injection techniques, a minimum of 10^{-10} g could be detected. (*Scott*)

A continuous liquid-liquid extractor was designed for the extraction of organics from large water samples. This development was undertaken to lower detection limits in the determination of organics, such as organochlorines, pesticides and PCBs. The extractor (Fig. 18) uses a combination of a mixer settler and a counter-current packed column. Two sizes of extractor have been constructed, one for sample flows of up to 500 mL·min^{-1}, and the other for flows up to 1 L·min^{-1}. These extractors have been used to extract up to 50-L water samples with about 150 mL solvent. The practicality of the design has been confirmed by operating them in the laboratory, on board ship and in a vehicle in the field. The preliminary results show that they give essentially complete extraction of the organics. (*Goulden*)

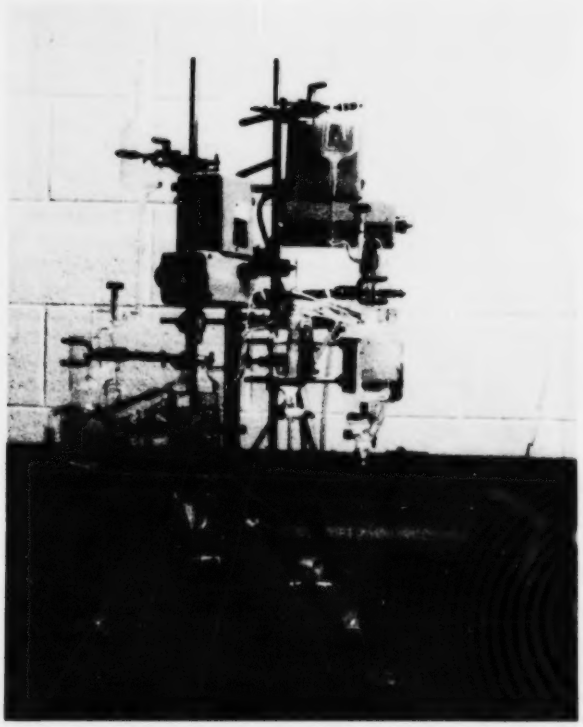


Figure 18. Large sample extractors set up for sequential acid-base/neutral extractions.

Inorganic Parameters. Flow injection analysis (FIA) has been adapted for automated sample delivery in atomic absorption spectroscopy. It entails automated insertion of discrete volumes of the sample into a constantly flowing lanthanum solution. The system achieves Ca and Mg analyses with high precision (less than 2% relative standard deviation) and low detection limits (1 ppb) at speeds of 120 to 140 samples per hour.

An FIA method for determination of dissolved oxygen has been developed. Samples preserved at the acid stage of the Winkler method are injected into a standard reagent stream and measured by spectrophotometry. Achieved precision is 2% relative standard deviation and the detection limit is 0.05 ppm D.O. at a sampling rate of 100 samples per hour.

Flow injection analysis methods using colorimetric detection for NH_4^+, PO_4^{3-}, NO_3^- and NO_2^- have also been developed. Simultaneous determination of all four parameters can be performed at a speed of 90 samples per hour. Relative standard deviations are less than 2% and required limits of detection are achieved. A simultaneous calibration curve for NH_3 and NO_2^- is shown in Figure 19.

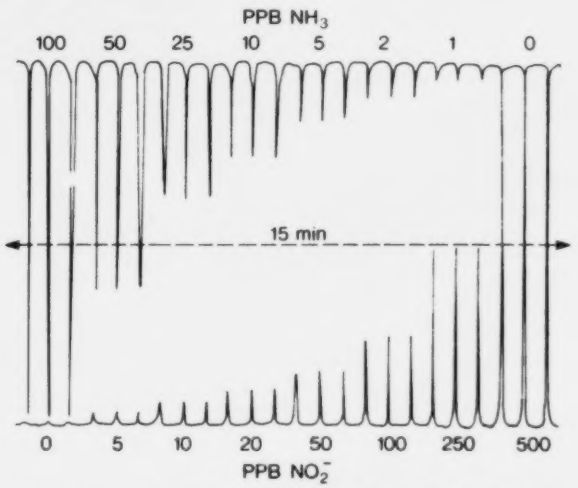


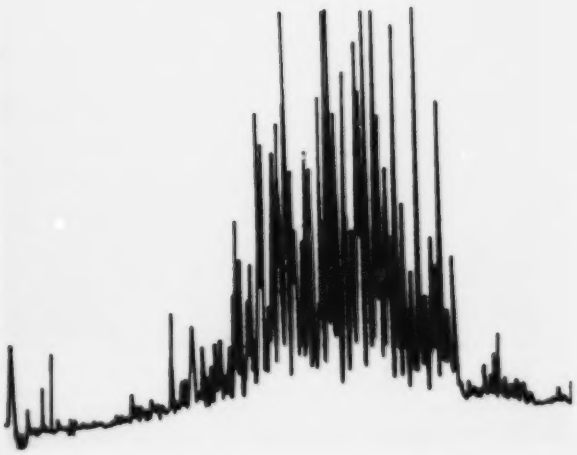
Figure 19. Simultaneous calibration of FIA methods for NH_3 and NO_2^- using colorimetric detection.

Procedures for preservation of water samples for analysis of dissolved oxygen, cyanide and iodide have been developed and evaluated. The procedure for dissolved oxygen is by fixation at the acid stage of the Winkler method. This stabilizes the sample for up to eight weeks. Cyanide samples preserved with NaOH remain stable for nine weeks. Using the developed fixation procedure, iodide samples can be stabilized for up to seven weeks.

Electrochemical methods for sub parts per billion levels of Cu, Cd, Pb and Zn (flowthrough differential pulse stripping voltametry) as well as for low levels of CN^- (gas permeable accumulation and amperometric detection) are in progress. (*Sekerka*)

A study was made of the relative suitabilities of an inductively coupled argon plasma (ICAP) and a microwave excited helium plasma (MIP) as the sources in an element-specific detector for capillary column gas chromatography. The results showed that MIP is more suitable for the determination of Br, Cl and F; both sources are equally suitable for the determination of C, P and S; and ICAP is the preferred excitation source for the determination of organometallics such as Sn and Pb. (*Goulden*)

"Research in Action"



QUALITY ASSURANCE AND METHODS SECTION

The work of the Section comprises three main areas: quality assurance (QA); development of reference and certified reference materials (RMs and CRMs); and methods development. The quality assurance programs involve the design and implementation of several types of quality control (QC) studies as well as investigations of sample homogeneity and stability. These QA programs assess the analytical performance and ensure the generation of reliable, valid and comparable analytical data on a regional, national and international basis. Only by collecting and using data with specified tolerance limits can we be sure that spatial and temporal trends are statistically significant and that data from different laboratories are comparable. Development of CRMs and RMs is essential to increase the effectiveness of these quality control studies.

Quality Assurance (QA). Two new studies have been initiated in 1985:

(1) Federal-Provincial Water Quality Monitoring Agreement QA Program. In response to the Agreement between Environment Canada and the Province of Quebec, a new QA program was developed and initiated in July of 1985. Six QA studies have been distributed to date. (*Gorrie*)
(2) Upper Great Lakes Connecting Channel Studies (UGLCCS)-QA Program. This binational (U.S. and Canada) program was initiated in late 1984. An overall QA program was developed and individual studies will start in 1986. The Section takes a lead role in the data quality management for the UGLCCS, advising on data quality and conducting interlaboratory studies. (*Chau*)

In addition to these activities, the Section actively continued its ongoing national and international quality assurance studies.

The Long Range Transport of Air Pollutants (LRTAP) QA study was initiated in 1982 in response to a concern about data comparability and quality among laboratories generating data for the LRTAP program. Each year, three multi-sample interlaboratory comparison studies for 40 inorganic parameters in water are designed and sent out to approximately 60 Canadian and several U.S. laboratories. Integrated reports based on percent bias and percent flagged statements are sent to all participants. (*Dookhran*)

The Prairie Provinces Water Board QA study, initiated in September 1982, is designed to assess and improve the comparability of water quality data generated by federal and prairie provincial laboratories (Alberta, Saskatchewan and Manitoba). Twelve studies, each involving 40 inorganic parameters, are conducted each year. Extensive computer programs and several data files are being generated to meet the objectives of the study. (*Alkema*)

Under the auspices of the International Joint Commission, a QA study specifically designed for dredging programs in the Great Lakes Basin was initiated in September 1983. There are four key components in this study: design and conduct of intercomparison studies; development of specific certified reference samples; design of suitable computer programs to assess comparability and short- and long-term laboratory performance; development of QA criteria for analytical contracts for dredging programs. Three interlaboratory studies were completed in this report period. (*Lee*)

The National QC Study includes over 100 federal, provincial, university and private laboratories and contains both inorganic and organic parameters in water and sediment. These national studies serve (1) to assess methodology and data of the Water Quality Branch laboratories by comparison with peer laboratories, (2) to establish laboratory performance of Water Quality Branch and private laboratories, (3) to permit selection of private laboratories for contract analyses, and (4) to provide additional data for certification of reference materials. This year one interlaboratory study for PAHs in sediment and one for $SO_4^{=}$ in coloured waters were conducted. (*Lee, Cheam*)

The Section has also provided a lead role in QA for the International Joint Commission's Great Lakes International Surveillance Program. International intercomparison studies for phosphorus in effluents, trace metals in water and organics in fish have been conducted this year. (*Aspila*)

A QA study for herbicides was designed and conducted under the auspices of the Federal Interdepartmental Committee on Pesticides. (*Lee*)

Research and development of certified reference materials continued in support of the quality assurance programs. Two sediment CRMs for polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs) are now completed, and a third sediment for PAHs is at its final stage of certification. These PAH CRMs are the first of their type available. (*Lee*)

Sample Stability and Preservation. The centralization of the Inland Waters Directorate Water Quality Branch laboratories has resulted in longer time periods between sample collection and sample analysis. Since a major consideration in the reliability of any laboratory measurement is that of sample integrity, technological needs for the sample processing and handling prior to analysis must be addressed. Phase 1 of a preservation study (major ions and nutrients) was completed in 1984, and phase 2 (trace metals) was completed in 1985. (*Arafat*)

Methods Development and Technical Transfer. Analytical methods for the following parameters in water were developed: chlorophenols (by *in situ* acetylation, chloroacetylation and pentafluorobenzyl ether formation); 10 acid herbicides by gas chromatography; 11 triazines by gas chromatography; and a multi-class multi-residue method for some 45 organic parameters in water and sediment. The herbicide methodology was transferred to the Water Quality Laboratory for routine application. (*Stokker, Lee*)

MICROBIOLOGY LABORATORIES SECTION

The Microbiology Laboratories Section has two main functions. The first is to develop, evaluate and modify microbiological methods and criteria for assessing and monitoring water quality. These methods are distributed nationally and internationally through a methods manual entitled "Microbiological Analysis of Waters, Wastewaters and Sediments." To validate the methods, they are used routinely in field and laboratory studies to obtain a data base. Recent studies have been primarily devoted to toxicant screening tests, with a smaller proportion of time being spent on enumeration and isolation techniques related to bacterial populations in sediments, water, sewage and industrial waters.

The second major role that the Microbiology Laboratories Section fulfills is the application of the technologies mentioned above to environmental research. The main thrust of this research is to study the effects of acid rain, and industrial and domestic wastes on microorganisms in the aquatic ecosystem, and the reactions of these contaminated waters and sediments to various microbiological toxicant screening tests.

During the period covered by this report, Microbiology Laboratories Section staff concentrated their efforts in four main areas:

(1) Completion of the cross-Canada distribution pattern study on Legionnaire's Disease Bacillus (*Legionella*).
(2) Initiation of a four-continent study on the use of coliphage as indicators of water quality.
(3) Evaluation of the effects of acid rain on toxic metal interactions with bacteria in aquatic systems.
(4) Completion of a microbiology study of Lake St. Louis sediments, emphasizing microbial responses to loadings and toxicant distribution patterns based on microbial screening tests.

Microbiology Laboratories staff were also involved in the organization of two international symposia. The First International Symposium on Aquatic Microbial Ecology held at CCIW on May 13–15, 1985, was co-chaired by S.S. Rao. A total of 37 papers were presented by delegates from ten countries. The Second International Symposium on Toxicity Testing Using Bacteria was held on May 6–10, 1985, at the Banff Centre, Alberta. Sixty papers were presented at this symposium by delegates for 21 countries. D. Liu and B.J. Dutka, Co-Chairmen of the Toxicity Symposium Committee, coordinated and managed the symposium with the Department of Environment, Alberta, as the co-sponsor.

Microbiology staff also collaborated with a number of international methods development organizations for microbiology water quality, such as ASTM, APHA standard methods, International Standards Organization, and the AWWA Microbiology Problems Working Group. Microbiology staff participated in several other projects such as Lake Erie studies to ascertain the effects of reduced material loadings on bacterial populations and activities; an inshore Lake Ontario sediment survey (Kingston to Niagara River) to evaluate a battery of microbiological analytical techniques, e.g., fecal sterols, fecal coliform MF and MPN and toxicant screening tests, in order to develop a composite "hot spot" map based on a new battery of biochemical, microbiological and toxicant screening tests; and a study of the Ottawa River at Lemieux Island to evaluate the effect of improved sewage treatment processes on Ottawa River quality by means of bacterial enumeration and toxicant screening tests.

***Legionella* Studies.** In 1982/83, in conjunction with the Department of National Health and Welfare, a national survey on the distribution patterns of *Legionella* organisms in natural waters, potable waters and cooling tower waters was initiated with a study centred on southern Ontario. In 1983/84, this survey expanded to include Lake Superior, the rivers and lakes of New Brunswick, Nova Scotia, Prince Edward Island and eastern Quebec, as well as potable water distribution lines and cooling tower waters from buildings in the following cities: Vancouver, Edmonton, Calgary, Poplar River, Regina, Winnipeg, St. Catharines, Mississauga, Ottawa, Montreal, Quebec City, Fredericton and Halifax. During the 1984/85 fiscal year, this cross-Canada study was completed by the collection of water samples from rivers, lakes and hot springs in British Columbia, Alberta, Manitoba, and western and northern Ontario. These studies indicated that Legionnaire's Disease Bacillus could be found in waters across Canada and that this organism is a normal water bacterium. (*Dutka*)

Coliphage Evaluation. In 1983, the International Development Research Centre (IDRC) in Ottawa initiated, with the aid and recommendation of Microbiology Laboratories Section staff, a project in S.E. Asia (Singapore, Malaysia and Thailand) to evaluate coliphage as an indicator of water quality and health risks. To support this IDRC initiative and provide a Canadian data base, a research study was conducted to evaluate the coliphage procedure in Canadian waters. Water samples for this study were collected from the Fraser River (B.C.), Ottawa River, St. Lawrence River and Lake Ontario. In early 1985, a further international part of this study was initiated by involvement of three South American countries (Brazil, Chile, Peru) and three North African countries (Egypt, Tunisia, Morocco). (*Dutka*)

Acid Rain Microbiology. The effects of acid stress on bacterial activity and bacterial interactions with toxic metals in aquatic environments are of primary importance in the study of the effects of acid rain on aquatic ecosystems. Several sediment cores from Ontario lakes receiving acid precipitation were examined for (1) bacterial activity, (2) toxic metal concentration and (3) assessing the role of certain bacterial species in the sediment sulphate reduction process.

It was demonstrated that low pH stress changed the bacterial cell envelopes, as shown in Figure 20. Bacterial respiration rates, which in turn resulted in a diminution of the normal nutrient cycling processes and bacterial organic matter degradation processes, were altered. Under laboratory conditions, it was shown that acid stressed or low-pH stressed bacteria responded to toxic metals such as copper and aluminum to varying degrees. At pH 5, bacteria responded to copper by forming electron dense particles within their cell envelope, whereas aluminum stressed cells exhibited pleomorphism. This "bacteria-toxic-metal" association at low-pH stress conditions may have important implications in acid stressed lakes, if related to bacterial associated transport of toxic substances through the food chain. Another important aspect of lake acidification process is the accumulation of sulphur at the surface sediments. A joint study by the staff of Microbiology Laboratories, McMaster University and Brock University revealed that sulphate-reducing bacteria in the deeper layers of the sediment contributed to the excessive sulphur by bacterial sulphate reduction. (*Rao*)

Lake St. Louis Sediments. The discharge of contaminants and toxicants into the Great Lakes water systems by municipal and industrial wastewater systems is of much concern. The long-term effects of toxicants to aquatic life, their distribution patterns, transportation and biodegradation rates are being studied within the Canadian Great Lakes Drainage System. The Microbiology Laboratories Section joined with other researchers to provide information on the distribution of toxicants within the sediments and to establish baseline values for long-term monitoring. To this end over 100 water and sediment samples were collected from 50 stations and were tested for total bacteria, respiring bacteria, aerobic heterotrophic bacteria, and certain physiological types of bacteria such as N_2 cycle and S-cycle bacteria. Other tests used on these samples were the Microtox test for toxicant screening data (Fig. 21) and ATP estimations for estimating toxic effect on *in situ* microbial biomass. Preliminary analyses of these data indicate that areas of high and low bacterial densities exist in the sediment, and the lower density areas are generally associated with areas where high concentrations of toxicants are found. Eighty-six percent of the surface sediments (3 cm) and 100% of the deeper sediments (10 cm) were found to contain toxicants, indicating that the effects of remedial actions are being seen in the surface sediments. (*Rao, Kwan, Dutka*)

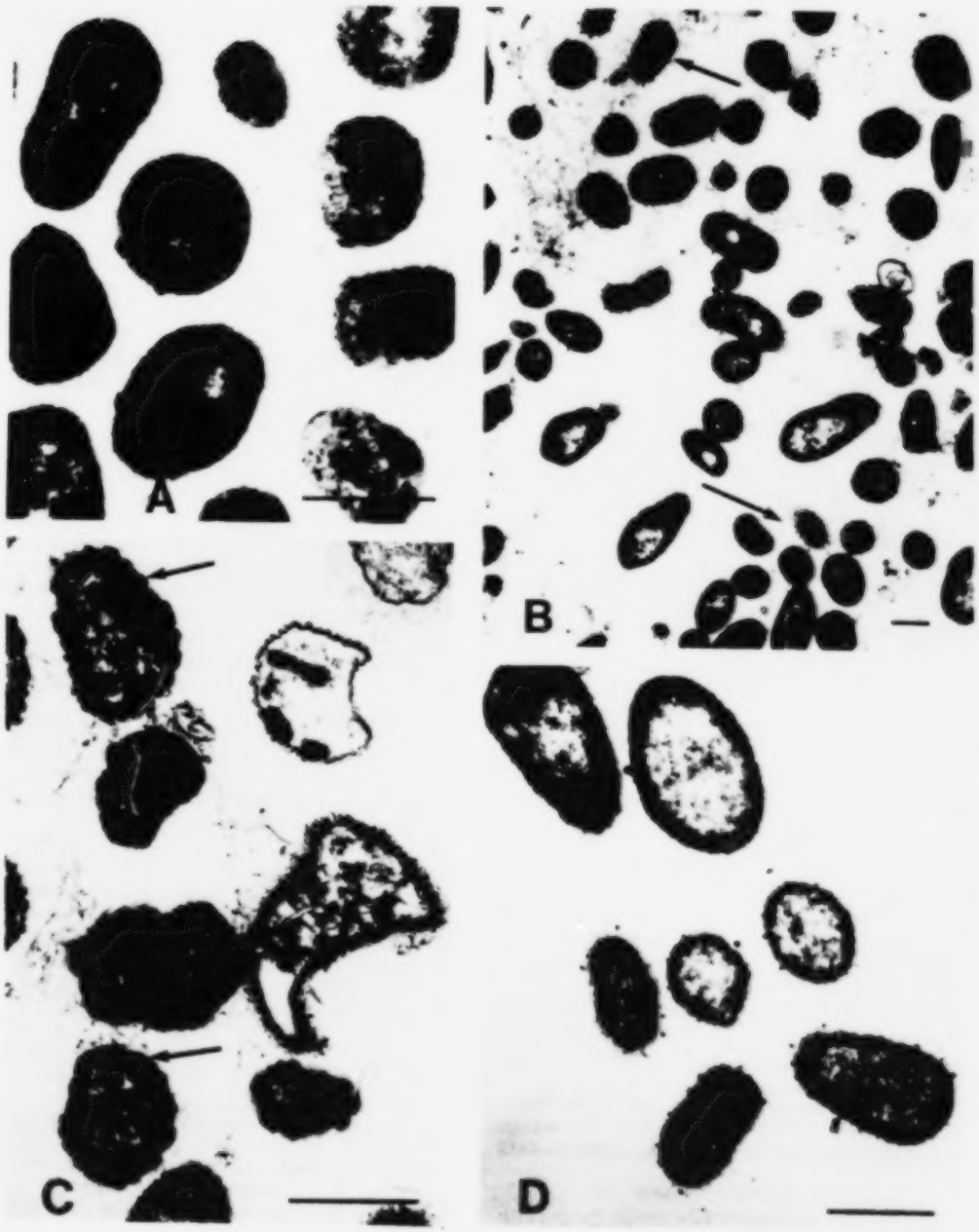


Figure 20. Cell envelope changes as a function of pH in mixed bacterial populations derived from McFarlane Lake, Ont. The marker represents 0.5 μm; *A* – cells at pH 7; *B* – cells at pH 6; *C* – cells at pH 5; *D* – cells at pH 4.

Figure 21. Sample being processed for toxicity by the Microtox Toxicity Screening Procedure.

COMPUTER SERVICES SECTION

The Computer Services Section provides operational and system software support for the large-scale computing facilities at the Canada Centre for Inland Waters. Services are made available to all components of the Centre, since much of current environmental research is dependent on the availability of adequate computing resources. The Section's work affects many NWRI research programs.

The Section's facilities include a Control Data CYBER 171 Computer System, a Digital Equipment PDP-11/60 Minicomputer, a CALCOMP 925/1036 high-speed plotter and a data entry service.

The Section also provides technical support for the Wang Office Information System, which provides administrative word processing for NWRI and Ontario Region, Inland Waters Directorate.

Future Requirements Planning. The contract for the currently installed CDC CYBER 171 System has been extended through July 1986 to permit sufficient time to complete the procurement of a replacement system.

In the third quarter of 1984, a vendor survey was conducted to determine whether a competitive procurement of a new system was required. A letter of inquiry was sent to 47 vendors taken from the DSS Master List of large computer suppliers. In all, 16 vendors replied, two with a positive response. One was Control Data Canada, the present supplier, and the other was IBM Canada. It appears that a competitive procurement will be required.

The Treasury Board Submission requesting approval, in principle, for the acquisition of a new computer system and the accompanying make-or-buy analysis were completed in April 1985. The submission was approved by Treasury Board for approval in December 1985.

Software Upgrades and Development. No system software changes were made during the report period. Because the CYBER 171 has insufficient memory to support the current version of the NOS operating system, all software upgrades will have to wait until the new system is installed. The CYBER is currently running with operating system software that is at least three years out of date.

An electronic mail system for the CYBER 171 system was written. This has been particularly useful for communication between NWRI and field parties in the Montreal area. (*Pulley*)

On the PDP-11, application development by staff of the Data Management Section has continued. Digitizing and data editing applications are now operational, and a satellite imagery application is currently under development. Hardware problems with the digitizing table appear to have been resolved, and the Hydraulics Division has made extensive use of this device.

Computer Operations. CYBER system usage for the 1984/85 fiscal year was 2763 hours of central processor time. This represents a slight decrease from the previous year's total, 2777 hours. This absence of workload growth is the result of the departure of the Fisheries and Oceans Oceanography group from CCIW and the saturation of the CYBER system in the 8 a.m. to 5 p.m. prime shift period during much of the year.

The equivalent commercial value of services provided to CCIW amounted to $1 000 000. Non-NWRI usage amounted to 19.9% of the total.

No CYBER 171 system downtime occurred in 1984/85. During the first half of 1985/86, three hours of downtime occurred, the result of problems with the chilled water supply to the central processor. Throughout the report period system availability exceeded 99%.

Data Communications. The Section has been involved in the design of the data transmission capabilities of the new telephone system. This involvement included participation in the CCIW team, which provided overall specifications for data requirements and design of the communications for the CYBER 171. The new telephone system will provide more shared ports and higher speeds for users at CCIW.

STAFF LIST

Chief — J. Lawrence, B.Sc., Ph.D.
Secretary — J. Burford
A/Administrative Officer — J. Major

Analytical Chemistry Research Section

Head

I. Sekerka, B.Sc., C.Sc., RNDr.	electroanalytical chemistry and flow injection analysis

Researchers

P.D. Goulden, B.Sc., Ph.D., P. Eng.	automation and atomic spectroscopy
F.I. Onuska, M.Sc., Ph.D., P.Chem.Eng.	gas chromatography and GC/MS

B.F. Scott, B.Sc., Ph.D., M.A.	high pressure liquid chromatography, polarography, molecular fluorescence spectrometry
J.P. Sherry, B.Sc., Ph.D.	mycology, radioimmunoassay

Technical Staff
J.F. Ryan
R.J. Wilkinson
J.R. Lechner
D.H. Anthony, B.Sc.
K.A. Terry

Microbiology Laboratories Section
Head

B.J. Dutka, B.A., B.Sc., M.Sc.	microbiological methods, toxicity screening

Researchers

S.S. Rao, B.Sc.,Ph.D.	acid stressed bacteria, lake microbiology

Technical Staff
A.A. Jurkovic
K.K. Kwan, B.A.
R. McInnis
K. Jones, B.Sc.

Quality Assurance and Methods Section
Head

A.S.Y. Chau, B.Sc., M.Sc., FCIC, FIBA	reference materials, quality assurance

Researchers

V. Cheam, B.Sc., Ph.D.	methods development (inorganic), quality control
H. Alkema, B.T.	specification generation, interregional Q.C., preservation
K.I. Aspila, B.Sc., M.Sc.	quality assurance
H.B. Lee, B.Sc., Ph.D.	quality assurance, standard reference materials, sample storage conditions, methods evaluation
Y. Stokker, B.Sc., M.Sc.	organic method development, quality assurance

Technical Staff
N. Arafat, B.Sc.
F. Gorrie
P. Leishman, B.Sc.
G. Dookhran

Computer Services Section
Head

H.C. Pulley, B.Sc.	computer operations
M. Kinder	computer operations
B. Malseed	computer console operation
U. Hamilton	computer console operation
J. Foley	peripheral and keypunch operation

Clean and Hazardous Chemicals Laboratory
R.J. Wilkinson

COMMITTEE MEMBERSHIP

K.I. Aspila
- Chairman, Member, Surveillance Work Group of the IJC Water Quality Program Committee
- Data Quality Work Group of the Surveillance Work Group, IJC
- LRTAP Quality Assurance Subgroup, Federal-Provincial Committee on LRTAP

A.S.Y. Chau
- General Referee, Committee H, Water Methodology, AOAC
- Quality Assurance Committee, AOAC
- Coordinator for Water and Sediment, FICP Check Sample Program, FICP
- Ad Hoc Committee on the Review and Evaluation of the AOAC Journal
- Chairman, Quality Management Work Group, Upper Great Lakes Connecting Channel Study
- Research Board of Advisors, National Division, American Biographical Institute
- Editorial Review Board, *Journal of Agricultural Food and Chemistry*

V. Cheam
- Analytical Methods Work Group — LRTAP

B.J. Dutka
- ASTM Subcommittee D19:24 — Resigned as Chairman in 1985
- Joint Task Group, Section 907, Heterotrophic Plate Count, APHA Standard Methods
- Joint Task Group Section 919, Rapid Detection Methods, APHA Standard Methods
- Joint Task Group Section 914, Recreational Waters, APHA Standard Methods
- Canada ISO/TC147/SC4, Microbiology — Chairman
- ISO/TC147/SC4/WG9, Membranes — Chairman and International Secretariat
- Canadian Task Group Chairman — Aerobic bacteria ISO/TC147/SC4/WG1
- International Symposia on Toxicity Testing Using Bacteria Committee — Co-Chairman
- Associate Editor, *Journal of Great Lakes Research*
- Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*
- Microbial Problems Committee of the American Water Works Association

P.D. Goulden
- Inland Waters Directorate Committee on Technical Training
- Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*

J. Lawrence
- Great Lakes Toxic Chemicals Committee
- RMCC Quality Assurance Sub-Group — Co-Chairman

Analytical Methods and Data Management Work Group — NWRI/Water Quality Branch Advisory Committee (Chairman)

International Organization of Legal Metrology (OIML) — Water Pollution Secretariat

Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*

H.B. Lee

Associate Referee for Herbicides, Committee H, Water Methodology, AOAC

Associate Referee for Organo-phosphate, Committee E, Organo-phosphate, AOAC

F.I. Onuska

Editorial Review Board, *Journal of Analytical Chemistry*

Editorial Review Board, *Canadian Chemical News*

Advisory and Editorial Board, *High Resolution Chromatography and Chromatography Communications Journal*

H.C. Pulley

VIM (CDC Computer User's Group) Applications and Graphics Products Committee

S.S. Rao

ASTM Task Group D19:24:06:09 and D19:24:06:10 — Chairman

Advisory Committee, Masters Program, Department of Biology, University of Toronto (sponsored by Dr. A.P. Zimmerman)

Lake Huron Task Group Member

International Symposium on Microbial Ecology — Co-Chairman

PUBLICATIONS

Analytical Methodology Working Group Final Report. 1985. A Report of the Ad Hoc Work Group on Analytical Methodology to the LRTAP Quality Assurance and Methods Subgroup of the Federal-Provincial Research Monitoring and Co-ordinating Committee.

Aspila, K.I. 1984. Preparation of interlaboratory study No. 48, total phosphorus in unpreserved sewage plant effluents. NWRI MS 111-AMD-6-84-KA.

Aspila, K.I. Final report of the data quality work to participants of IJC interlaboratory study No. 48, total phosphorus in sewage treatment plant effluents. NWRI MS. 119-AMD-6-84-KIA.

Aspila, K.I., and **S. Todd**. 1984. LRTAP intercomparison study L-5, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., and **S. Todd**. 1984. LRTAP intercomparison study L-6, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., and **S. Todd**. 1984. LRTAP intercomparison study L-7, trace metals in water.

Aspila, K.I., and **S. Todd**. 1985. LRTAP intercomparison study L-8, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., G. Dookhran and **P. Leishman**. 1985. LRTAP intercomparison study L-10, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., G. Dookhran, P. Leishman and **S. Todd**. 1985. LRTAP intercomparison study L-9, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., R.E. White, and J.L. Clark. 1985. Interlaboratory Quality Assurance Aspects of the International Joint Commission's Great Lakes Monitoring Programs. Quality Assurance for Environmental Measurements, ASTM STP 867. J.K. Taylor and T.W. Stanley (eds.), American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

Cheam, V., and **A.S.Y. Chau**. 1984. Research and development of certified reference materials for toxic metals and major ions. Presented at the 27th Conference on Great Lakes Research, St. Catharines, April 30 – May 3, 1984.

Cheam, V., and **A.S.Y. Chau**. 1985. National interlaboratory quality control study No. 29, sodium, potassium, magnesium, calcium and hardness in natural and spiked water samples. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Rep. Ser. No. 74, Burlington.

Dickman, M.D., **S.S. Rao**, and H.G. Thode. Effect of lake acidification on sediment bacteria, sediment diatom and sulphur isotope downcore profile. NWRI Rep. No. 85-87.

Cheam, V., and **A.S.Y. Chau**. Final summary report of the national study No. 33 — SO_4 in coloured waters. AMD Contribution No. 130, AMD-6-85-VC.

Cheam, V., A.S.Y. Chau, and **K.K. Kwan**. Preservation of physical parameters and major ions in waters. NWRI Contribution No. 85-112.

Cheam, V., A.S.Y. Chau, and **S. Todd**. Sulphate in coloured waters: Investigation on methodologies, data reliability and approaches for salvaging historical colorimetric data. NWRI Contribution No. 85-95.

Dutka, B.J. 1984. Biological toxicant screening activities within the Department of Environment's ECS and EPS. AMD Rep. No. 98-AMD-5-83-BJD.

Dutka, B.J. 1984. Sensitivity of *Legionella pneumophila* to sunlight in fresh and marine waters. Appl. Environ. Microbiol. 48: 970–974.

Dutka, B.J., and **K.K. Kwan**. 1984. Studies on a synthetic activated sludge toxicity screening procedure with comparison to three microbial toxicity tests. In *Toxicity Screening Procedures Using Bacterial Systems*, D. Liu and B.J. Dutka (eds.), Marcel Dekker Inc., New York and Basel, pp. 125–138.

Dutka, B.J., and **K.K. Kwan**. 1984. Study and long-term effects of oil and oil-dispersant mixtures on freshwater microbial populations in man-made ponds. Sci. Total Environ., 35: 135-148.

Dutka, B.J., and **K. Walsh**. 1984. Distribution patterns of *Legionella* bacteria within the Canadian Great Lakes. Abstract. XXVII Conference, IAGLR, Brock University, St. Catharines, Ontario, May 1–3.

Dutka, B.J., and **K. Walsh**. 1984. Studies on the longevity and growth patterns of *Legionella* under laboratory conditions. CCIW-IWD Report Series, MS 115-AMD-5-84-BJD.

Dutka, B.J., and K. **Walsh**. 1985. Preliminary evaluation of the coliphage technique in three Canadian rivers. NWRI Contribution No. 85-93.

Dutka, B.J., and **K. Walsh**. 1985. Preliminary evaluation of the coliphage technique in three Canadian rivers. NWRI Report No. 85-93.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, and R.S. Tobin. 1984. Incidence of *Legionella* organisms in Canadian environmental waters and water distribution systems, 1983–84 studies. Environment Canada, NWRI Contribution No. 84-13.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, and R. Tobin. 1985. Summary report of 1982–1984 studies on the incidence of *Legionella* organisms in (A) Canadian environmental waters and (B) water distribution systems within public and private buildings. NWRI Rep. No. 85-89.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, A. El-Shaarawi, and R.S. Tobin. 1983. Environmental distribution patterns of *Legionella* in central Canada and longevity studies. Environment Canada, NWRI Rep. No. 69-AMD-5-83-BJD.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, A. El-Shaarawi, and R.S. Tobin. 1984. Incidence of *Legionella* organisms in selected Ontario (Canada) cities. Sci. Total Environ., 39: 237–249.

Goulden, P.D., and **D.H.J. Anthony**. A method for the simultaneous determination of lead and tin at trace levels in environmental samples by continuous flow — hydride generation — ICAP analysis. Tech. Rep. AMD 85-05.

Goulden, P.D., and **D.H.J. Anthony**. Elemental analysis of organics and organometallic capillary gas chromatographic eluates using the microwave induced plasma and the inductively coupled argon plasma as excitation sources for detection. AMD Tech. Rep. 128-AMD-3-85-PDG.

Goulden, P.D., and **D.H.J. Anthony**. Design of a large-sample extractor for the determination of organics in water. NWRI Contribution No. 85-121.

Goulden, P.D., D.H.J. Anthony, O. ElKei, and K.D. Austen. Design and evolution of a continuous flow system with increased sample throughout for arsenic and selenium analysis by ICAP spectrometry. Tech. Transfer Rep. 118-AMD-3-84-PDG.

Goulden, P.D., D.H.J. Anthony, O. ElKei, and K.D. Austen. Determination of Ca, Mg, Na, K in precipitation samples by inductively coupled argon plasma — emission spectrometry. Tech. Transfer Rep. 85-02.

King, E.F., and **B.J. Dutka**. 1984. Respirometric technique. CCIW-IWD-AMD Rep. Ser. MS No. 108-AMD-5-84-BJD.

Kwan, K.K. 1985. Microbiological studies of the St. Lawrence River, 1984. NWRI, AMD Rep. Ser. No. 127-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K. 1985. Microbiological studies of the Ottawa River. NWRI, AMD Rep. Ser. No. 126-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K., and **B.J. Dutka.** 1985. Microbiological studies of Lake St. Louis sediments. AMD, NWRI Rep. No. 121-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K., **B.J. Dutka**, and K. Walsh. 1985. Microbiological studies of Lake St. Louis sediments. NWRI, AMD Report No. 129-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K., **B.J. Dutka**, and **K. Walsh**. 1985. Microbiological studies of the Fraser River. AMD, NWRI Rep. No. 129-AMD-5-85-KKK.

Lawrence, J., F.I. Onuska, R. Wilkinson, and B.K. Afghan. 1985. Methods research: determination of dioxins in fish and sediment. Presented at the 5th Int Symp. on Dioxins and Related Compounds, Bayreuth. Highlights.

Lawrence, J., F. Onuska, R. Wilkinson, and B.K. Afghan. Methods research: determination of dioxins in fish and sediment. Submitted to Ecol. Chem. Geochem.

Lee, H.B., and **A.S.Y. Chau.** 1984. Dredging quality control study No. 2 (DQC-2). Analysis of toxic trace metals in sediment. MS No. 105-AMD-6-84-HBL.

Lee, H.B., and **Y.D. Stokker**. 1985. Analysis of 11 triazines in natural waters. NWRI Contribution No. 85-114.

Lee, H.B., G. Dookhran, and **A.S.Y. Chau**. 1985. Dredging quality control study No. 3 (DQC-3). Analysis of PCBs in naturally contaminated dry sediments and standard solutions. MS No. 123-AMD-6-85-HBL.

Lee, H.B., R.L. Hong-You, and **A.S.Y. Chau**. 1985. Analysis of phenols by chemical derivatization. IV. Rapid and sensitive method for analysis of 21 chlorophenols by improved chloroacetylation procedure. JAOAC, 68: 422.

Lee, H.B., R.L. Hong-You, and **A.S.Y. Chau**. 1985. Analytical reference materials. Part V. Development of a sediment reference material for chlorobenzenes and hexachlorobutadiene. NWRI Contribution No. 85-92. The Analyst. In press.

Lee, H.B., Y.D. Stokker, and **A.S.Y. Chau**. 1985. Chemical derivatization analysis of pesticide residues. X. Analysis of ten acid herbicides in natural waters. NWRI Contribution No. 85-91.

Lee, H.B., L.D. Weng, and **A.S.Y. Chau**. 1984. Confirmation of pesticide residue identity. XI. Organophosphorus pesticides. JAOAC, 67: 553.

Lee, H.B., L.D. Weng, and **A.S.Y. Chau**. 1984. Chemical derivatization analysis of pesticide residues. VIII. Analysis of 15 chlorophenols in natural water by in-situ acetylation. JAOAC, 67: 789.

Lee, H.B., L.D. Weng, and **A.S.Y. Chau** 1984. Chemical derivatization analysis of pesticide residues. IX. Analysis of phenol and 21 chlorinated phenols in natural waters by formation of pentafluorobenzyl ether derivatives. JAOAC, 67: 1086.

McQueen, D.J., **S.S. Rao**, and D.R.S. Lean. 1984. Hypolimnetic aeration: changes in bacterial populations and oxygen demand. Arch. Hydrobiol., 99: 498-514.

Nagy, E., D.S. Painter, and **B.F. Scott.** 1985. The fate and impact of 2,4-D on an aquatic ecosystem. Proc. 1st Int. Symp. on Water Milfoil, Vancouver, B.C., July 21, 1985, sponsored by the Aquatic Plant Management Society.

Onuska, F. 1985. Mass spectrometry of carbamates, thiocarbamates, dithiocarbamates, urea, thiourea and carboxanilide pesticides. In *Mass Spectrometry in Environmental Sciences*, F.W. Karasek, O. Hutzinger and S. Safe (eds.), Chapter 17, pp. 367–404.

Onuska, F. 1985. Mass spectrometry of chlorinated polycyclic hydrocarbon pesticides. In *Mass Spectrometry in Environmental Sciences*, F.W. Karasek, O. Hutzinger and S. Safe (eds.), Chapter 18, pp. 405–422.

Onuska, F. 1985. Determination of chlorinated benzenes in bottom sediments by WCOT column gas chromatography. Anal. Chem. 57: 801–805.

Onuska, F. 1985. Packed columns vs. WCOT columns in quantitative analyses of PCBs (with R.J. Kominar & K.A. Terry). J. High Resolut. Chromatogr. Chromatogr. Commun., 8: 747–754.

Rao, S.S. 1985. D-4454 — Standard test method for simultaneous enumeration of total and respiring bacteria in aquatic systems by microscopy. Annual Book of ASTM Standards.

Rao, S.S. 1985. D-4455 — Standard test method for enumeration of aquatic bacteria by epifluorescence microscopy counting procedures. Annual Book of ASTM Standards.

Rao, S.S., A.A. Jurkovic, and **B.J. Dutka.** 1984. Some factors influencing the enumeration of metabolizing aquatic bacteria. J. Test. Eval., 12: 56–59.

Rao, S.S., A.A. Jurkovic, and J. Nriagu. 1984. Bacterial activity in sediments of lakes receiving acid precipitation. Environ. Pollut. (Ser. A), 36: 195–205.

Rao, S.S., D. Paulin, and G.G. Leppard. 1984. Effects of low-pH stress on the morphology and activity of bacteria from lakes receiving acid precipitation. Hydrobiologia, 114: 115–121.

Scott, B.F., and **J.F. Ryan**. 1985. Analysis of toxaphene in fish tissue. CCIW unpub. MS.

Scott, B.F., and **J.F. Ryan**. 1985. Validation of toxaphene methodology for fish tissue. CCIW unpub. MS.

Scott, B.F., E. Nagy, **B.J. Dutka, J.P. Sherry**, W.D. Taylor, U. Glooschenko, P.J. Wade, and J. Hart. 1984. The fate and impact of oil and oil-dispersant mixtures in freshwater pond ecosystems: Introduction. Sci. Total Environ. 35: 105–113.

Sekerka, I., J.F. Lechner, and G. Sardella. Determination of Ca and Mg by flow injection analysis and atomic absorption spectroscopy.

Sherry, J.P. 1985. Temporal distribution of indicators (faecal coliforms and faecal streptococci) and opportunistic pathogens (*Candida ablicans* and *Pseudomonas aeruginosa*) at a Lake Ontario bathing beach on high and low bather level days. NWRI Rep. No. 85-45.

Sherry, J.P., and **I. Sekerka**. 1984. Stability and preservation of iodide in natural water samples. NWRI Rep. Ser. No. 109-AMD-3-84-JPS.

Stephenson, M., **B.F. Scott**, and G.L. Mackie. Effects of 2,4-D treatment on pond benthos. I. Growth of pisidiid clams and bioaccumulation of 2,4-D and 2,4-DCP. Submitted for publication.

The Hydraulics Division undertakes research into all aspects of the hydraulics of inland waters and provides a multidisciplined engineering capability in design, manufacture and maintenance of special equipment and measuring systems to support other inland water research teams.

National programs are undertaken in applied and basic research related to hydraulic, fluid mechanic, hydrologic, geophysic and geologic processes in fluvial, lacustrine and man-made environments.

ENVIRONMENTAL HYDRAULICS SECTION

There are three main areas of research in the Environmental Hydraulics Section: river hydraulics, river ice engineering and urban water resources.

River Diversions. A review report on the effects of diversions on river regime has been completed. This report discusses the possible changes in the donor as well as the receiving streams which may occur as a result of the diversion of water from one stream to the other. Methods presently available for predicting these effects are outlined. Research required for improving the predictive capability is discussed. (*Lau*)

Resistance for Flows with Rippled Beds. Alluvial streams often have ripple formations on the river bottom. For calculations of flow level, the ripple characteristics must be known. In addition, for calculating sediment transport, the part of the total flow resistance that contributes toward bed material movement requires evaluation. A series of flume experiments using different sizes of material has been carried out to obtain such information. (*Lau*)

Transverse Mixing under Ice Cover. Data from field experiments in several river reaches under both ice-covered and open-water conditions have been analyzed to show that the dimensionless coefficient $E_z/U.H$ is the same for ice covered and ice free flow. The data also showed that the mixing coefficient increased with sinuosity. (*Lau*)

RIVMIX MK II: Users Manual. RIVMIX MK II is a computer model capable of predicting the transverse spreading of a non-conservative pollutant released into a natural stream as a continuous steady source. This is an updated version of RIVMIX MK I which deals with the spreading of conservative substances. The Users Manual contains details of the model, input data arrangement and a listing of the computer program. (*Krishnappan*)

Prediction of Sediment Sorting Using MOBED: Users Manual Update II. The model MOBED was updated to include a sediment-sorting algorithm. With this algorithm, the model is now capable of predicting the size distribution of the bed sediment as a function of time and distance along the river in addition to predicting the usual water and bed level changes and other hydraulic and sediment transport characteristics. The details of the algorithm and the changes that resulted to the source code and input data arrangements as a result of the inclusion of the algorithm are described in a users manual update. (*Krishnappan*)

Modelling of Flood Plain Flows. A turbulence model has been developed to predict the three-dimensional velocity distribution and the distribution of shear stress around the wetted perimeter of compound channels consisting of a main channel and wider, shallower flood plains. The model predictions were compared with published data for the total discharge at a given flow depth, the division of flow between main channel and flood plain sections as well as the shear stress distribution around the wetted perimeter. (*Krishnappan, Lau*)

Resistance of Sand Waves in Reversing Flows. At the request of Water Resources Branch, Pacific and Yukon Region, a study is being conducted to investigate the flow resistance in the Pitt River, a tributary of the Fraser, when tidal effects give rise to flows in different directions over the sand waves. The tests are conducted in the 1-m flume using artificial bedforms. (*Lau*)

Application of MOBED to the Qu'Appelle River between Craven and Pasqua Lakes. The model MOBED was applied to the Qu'Appelle River between Craven and Pasqua lakes to test the effectiveness of the channel conveyance improvement scheme proposed by the Saskatchewan Water Corporation. The proposal involves several meander loop cutoffs and dredging of the existing channel at several reaches at an estimated cost of 4.5 million dollars. The model predictions (Fig. 22) indicate significant bed level changes with degradation in the upstream reaches and aggradation in the downstream reaches near the lake. (*Krishnappan*)

Flathead River International Study Board: Water Quality and Quantity Technical Committee. Contribution to the baseline data report on the water quality and quantity of the Flathead River in the upper basin was made as part of the impact assessment of the proposed coal mine development near Cabin and Howell creeks in British Columbia. (*Krishnappan*)

Effects of Relative Flow Depth in Physical Models of Sediment Transport in Uni-directional Flows. Experiments in the 2-m flume were carried out to establish the scale effects in physical models dealing with sediment transport in river flows. A paper describing the experimental procedure and results has been submitted to the IAHR symposium on scale effects in modelling sediment transport to be held in Toronto in 1986. (*Krishnappan, Engel*)

CSCE Task Group on River Models. At the request of the Research Committee of the Hydrotechnical Division of the Canadian Society of Civil Engineers, a task group was initiated, chaired by B.G. Krishnappan, to evaluate the existing (public domain) river flow models. A total of 12 models dealing with both steady and unsteady flows in rigid and mobile boundary channels were selected and will be evaluated by applying them to identical data sets. (*Krishnappan*)

Migration Speed of Dunes. Different methods of computing dune speed from bed profile records as well as the geometric characteristics of dunes are being investigated using experiments in the 2-m flume. The migration speeds of dunes are useful for the computation of bed load discharge in large rivers, whereas bed form heights and lengths provide information

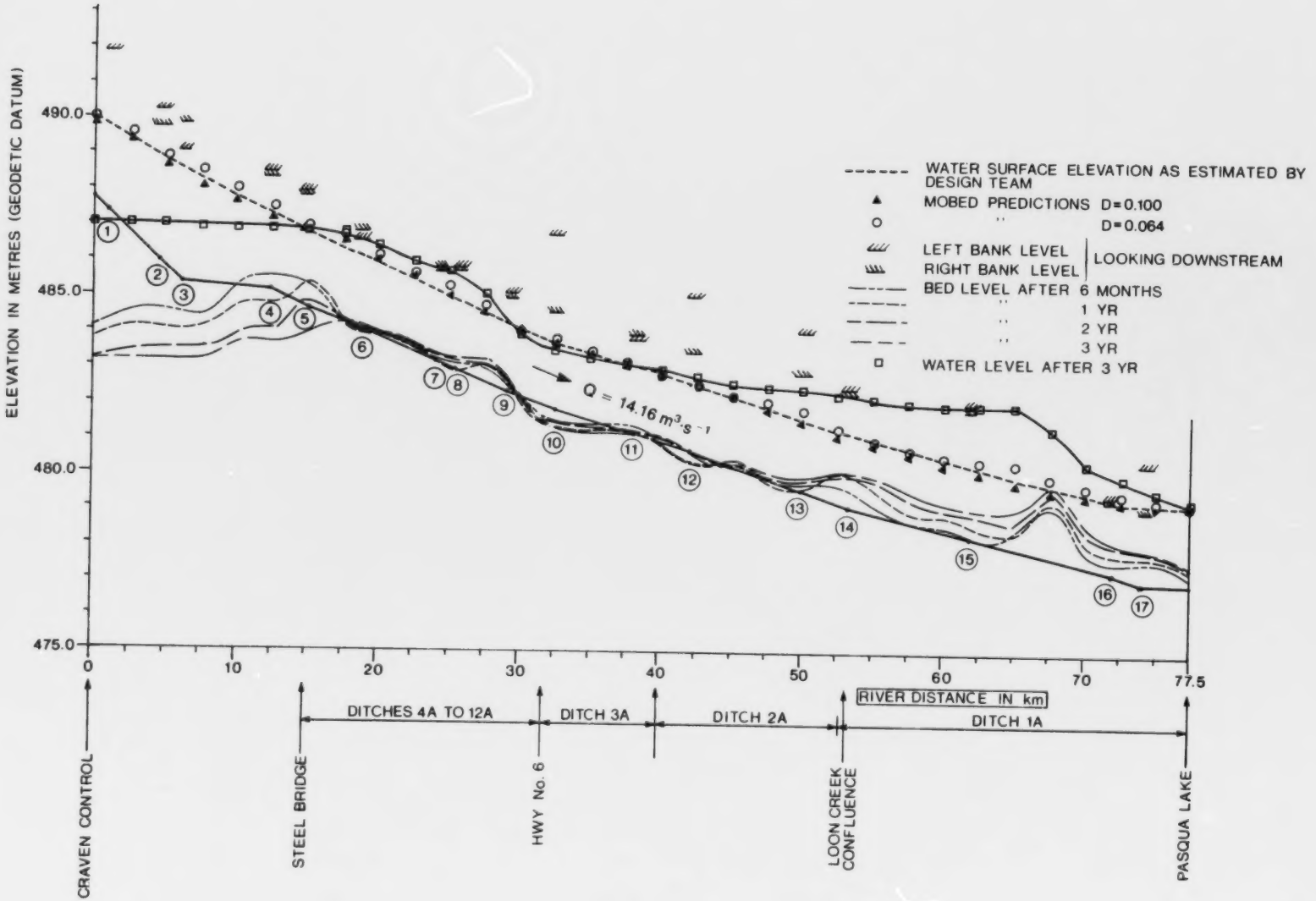


Figure 22. Variation of bed levels as predicted by MOBED for the Qu'Appelle River reach between Craven and Pasqua lakes.

concerning flow resistance and changes in bed elevation of navigation channels. A typical dune bed in a large sediment flume is shown in Figure 23. (*Engel*)

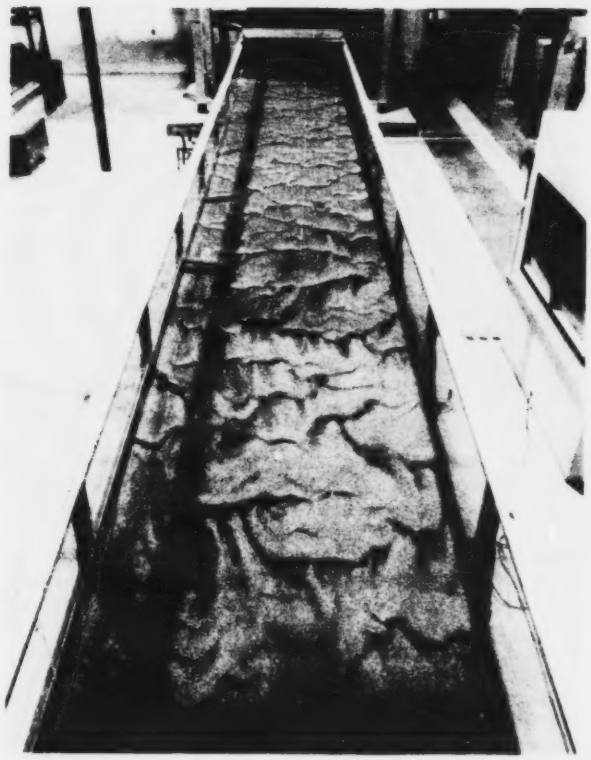


Figure 23. Dune bed in large sediment flume.

Hydraulic Efficiency of Bed Load Samplers. Studying the hydraulic efficiency enables more accurate estimates of local sediment transport. Tests in the 2-m flume are used to obtain the efficiency of the basket and the Helley Smith samplers, and to determine calibration curves. (*Engel*)

Performance Characteristics of Current Meters. Experiments were conducted in the towing tank at the National Water Research Institute to investigate the effect of the 15-lb, 30-lb, 50-lb and 100-lb Columbus type sounding weights on the performance of the Price 622AA current meter when used with the WR2 hangar. The analysis showed that a meter should be used with the same suspension configuration for which it is calibrated. Failure to do so may cause errors of several percent at some speeds but always in excess of ±0.5% at virtually all speeds. (*Engel*)

Development of Current Meter Rotors. A plastic rotor design has been successfully modified to improve performance. Preliminary tests have indicated that a reduction in threshold speed from 4 to 2 cm/s can be achieved, which is important for low flow measurements. The final design will be supplied to the Water Survey of Canada for future production. (*Engel*)

Evaluation of Water Level Recording Systems. The performance characteristics of float type and gas-purge type sensors, pressure transducers and satellite platforms are being systematically evaluated in the laboratory. The results will go to Water Survey of Canada to provide baseline information for the updating of water level recording instrumentation. (*Engel*)

Field Studies of River Ice Jams and Flooding. This is a long-term field observation program, initiated in 1979. Emphasis is on collection of quantitative data needed to address deterministic and statistical aspects of river ice breakup and jamming. Freeze-up and winter conditions are also documented, as they have been found to influence the breakup process. Observations were carried out in the Thames and Grand rivers, Ontario. In the Thames River, sericus flooding occurred because of an ice jam near Prairie Siding. Contact and cooperation with other agencies interested in jamming problems have been maintained and expanded. (*Beltaos*)

Theoretical Studies of Ice Jams. Field documentation continues to be obtained for a recently developed conceptual model of ice breakup and a dimensionless expression of equilibrium jam stage. Important aspects of ice jamming phenomena are the conditions at the toe (downstream end) that influence the stability of the jam and thence the peak water levels. A mathematical model has been developed to predict the characteristics of the downstream transition of equilibrium jams (Fig. 24). The model utilizes the granular-mass theory of ice jams as well as seepage and hydraulic resistance equations. Reports are available from the Hydraulics Division. (*Beltaos*)

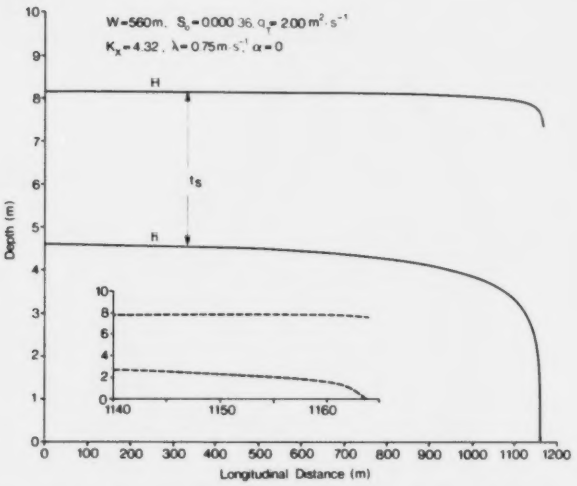


Figure 24. Example of computed ice jam profile for typical conditions in the Athabasca River near Fort McMurray. Insert shows profile in the vicinity of grounding, plotted without distortion.

Advice to Inland Waters Directorate, Atlantic Region. Advice on ice-related hydrotechnical problems continues to be provided to IWD, Atlantic Region. The Canada-N.F. FDRP hydrotechnical study on the Exploits River at Badger, Newfoundland, was completed in 1984/85, and a similar study on the Rushoon River at Rushoon is expected to be completed in FY 1985/86.

Laboratory Studies of Ice Jams. Tests with plastic blocks have indicated two mechanisms of grounding of ice jams forming at the upstream edge of an intact ice cover: (a) when the

size of submerging blocks exceeds the available water depth, as has been reported by others in the past and (b) when a surface accumulation of ice blocks collapses, leading to a "snowballing" process and formation of very thick jams.

The interaction between an ice jam and a breakable ice cover is an important question that cannot be solved in the laboratory using blocks and sheets of plastic to simulate ice. Work has been in progress to develop an ice-substitute material that, at room temperature, would have appropriately scaled down strength properties. (*Beltaos*)

Working Group on River Ice Jams. The National Research Council of Canada has formed a Working Group on River Ice Jams, chaired by Dr. S. Beltaos. Work is nearly completed on the Group's four initial tasks, i.e., guidelines for field data collection programs; guidelines for extracting ice breakup data from hydrometric station records; identification of research needs; and compilation of case studies. The Group's term has recently been extended by two years to prepare a monograph on ice jams.

Frazil and Anchor Ice. A cooperative field study with Hydro-Québec to study the frazil and anchor ice in the Lachine Rapids near Montreal and their hydraulic effect was conducted in the winter of 1984/85. The field study was to assist Hydro-Québec's Archipel Project, which is the construction of a low head power station at the rapids.

A photographic study on crystallographic evaluation of frazil crystals was completed.

The data on the frazil effect on water flow in the Beauharnois Canal collected in the winter of 1983/84 are now completed.

The laboratory setup for studying the hydraulic effect of frazil formation in flowing water is nearing completion. (*Tsang*)

Modelling Runoff Transport in Drainage Networks. Investigations were undertaken under the sponsorship of the Ontario Ministry of Transport and Communications to complement previous studies by focussing on special structures not investigated earlier. The results of these and earlier investigations were implemented by MTC in their design procedures. The testing of these procedures by MTC indicates that these savings could reach almost 3 million dollars annually depending on the level of road construction activities.

Other poorly understood aspects of runoff transport are the head losses at channel and conduit junctions. Recognizing the importance of junction head losses, the American Public Works Association, through its Ontario chapter, approached the Institute with a request for joint study of junction head losses and provided most of the study funds. Two types of junctions have been studied: T-junctions of a main with a perpendicular lateral and T-junctions of two opposed laterals and a single outfall. In these investigations, a new junction design that reduces typical losses by more than one half was developed.

Waterford River Basin. Effects of urbanization on water resources in the Waterford River Basin (Newfoundland) have been studied for several years in cooperation with several federal and provincial agencies. In the first phase of this study, urban runoff processes in fully sewered areas of the Basin were investigated. The study results include the characterization of runoff quantity and quality in the study area, detailed recommendations for the modelling of runoff and model selection, and recommendations of policies and measures to be implemented in future urban developments. Such policies and measures would reduce adverse effects of urbanization and reduce the costs of any abatement measures.

In the second phase of the study, the modelling of streamflow for the entire basin has been initiated using the Hydrologic Simulation Program — Fortran (HSPF) model. The results of the second phase will indicate the impact of progressing urbanization on flows in the Waterford River. (*Marsalek*)

Pollutants in Urban Runoff. Further studies of pollutant sources and their transport were undertaken in two Burlington test catchments. These studies addressed the problems connected with both the conventional and the toxic pollutants.

An evaluation of the rainwater contribution to urban runoff quality was carried out using data from the Blair Road site. It showed that a significant portion of certain pollutants was derived from rainwater and not from the land. Some field data showing the rainwater and runoff pollutant loadings are shown in Figure 25. (*Ng*)

Using the field data on persistent toxic substances in urban runoff, estimates of annual loadings of toxics transported by urban runoff in the Canadian Great Lakes Basin were prepared. These loadings confirm the earlier International Joint Commission finding that urban land runoff belongs to the major sources of toxics in the Great Lakes Basin. Four groups of toxic pollutants were studied: trace elements, polyaromatic hydrocarbons, PCBs, and organochlorine pesticides. Among these groups, trace elements contributed the highest loadings. In particular, the annual loadings of zinc and lead were almost 300 $t \cdot yr^{-1}$ and 100 $t \cdot yr^{-1}$, respectively. (*Marsalek*)

NATO Workshop on Urban Runoff Pollution. This workshop, funded by NATO, was held in Montpellier, France, from August 26 to 30, 1985, with J. Marsalek serving as the program director. The workshop provided a discussion forum for about 40 invited leading experts from 14 countries. Workshop activities produced state of the art reviews on and future research directions for such discussion subjects as sources of pollution in urban runoff, toxic substances in urban runoff, modelling of runoff quality and impacts on receiving waters, and runoff quality control and management. The final workshop proceedings will be published in early 1986. (*Marsalek*)

Support of UNESCO Activities under the International Hydrological Program (IHP). In support of the UNESCO activities under the IHP, final drafts of four chapters for two UNESCO manuals on urban drainage design and acquisition of supporting data have been prepared and submitted to UNESCO. These chapters cover urban drainage design parameters, drainage hydraulics, collection of urban hydrological data, and organization of data collection programs. When published in 1986, the UNESCO manuals will provide authoritative and comprehensive guidance for urban drainage design, with a special reference to the conditions in less developed countries. (*Marsalek*)

Toxic Contaminants in Urban Runoff Draining into the Upper Great Lakes Connecting Channels (UGLCC). Evaluation of loadings of toxic contaminants in urban runoff draining into the Upper Great Lakes Connecting Channels has been initiated. Toward this end, field sites for the monitoring of toxics in runoff have been established in Windsor and Sarnia, and additional sites will be selected in Sault Ste. Marie. Runoff samples have been collected in storm sewers as well as at combined sewer outfalls. Collected samples are analyzed for four groups of persistent toxic substances: PCBs, organochlorine pesticides, polyaromatic hydrocarbons, and toxic inorganics. Field data will be used in conjunction with computer simulations to produce monthly loadings of toxic substances in runoff discharges. Such loadings will then form one of the

Figure 25. Rainwater and runoff pollutant loadings.

inputs to the inventories of toxics in the Upper Great Lakes Connecting Channels. (*Marsalek*)

SHORE PROCESSES SECTION

The work of the Shore Processes Section is concentrated in three areas: air-water interaction, conservation and development; littoral and fluvial sedimentology; and geotechnique.

Turbulent Mixing beneath Wind-Generated Waves. A field experiment has been designed to measure some aspects of the interaction between wind-generated waves and turbulence in the wind-driven surface layer. The experiment, to take place in three phases over three years, is being conducted from the National Water Research Institute's offshore tower in Lake Ontario by scientists from both NWRI and the Woods Hole Oceanographic Institution. (*Donelan*)

Wave Attenuation. A laboratory experiment was conducted in the 100-m wind-wave flume to measure the direct attenuation of waves in an opposing wind. The resulting attenuation rates were substantial even when the wave slope was gentle (2.5%). These data will significantly influence the future development of wave generation theories. (*Donelan*)

Remote Sensing of Winds. A composite divided scale model for radar backscatter from the ocean surface was constructed to meet the needs of scatterometry, i.e., the remote sensing of surface winds using microwave radar. The primary scattering mechanism was taken to be Bragg scattering and an equilibrium wave number spectrum was derived on the assumption that the short wave energy density reflects a balance between direct wind forcing and dissipation due to breaking and to viscosity. The effects of tilt and modulation of the short waves by longer waves were included, and the model tests against aircraft scatterometer data with very encouraging results. At low wind speeds, scatterometry was found to be sensitive to surface water temperature because of dissipation of short waves changes with viscosity. For high wind speeds the measurements are less sensitive to water temperature. (*Donelan*)

Wave Direction Movements for the Canadian Coastal Sediment Study. The CCIW Wave Direction Buoy was deployed off Stanhope Lane, P.E.I., in support of the Canadian Coastal Sediment Study (sponsored by the National Research Council Associate Committee for Shoreline Erosion and Sedimentation). Wind and directional wave data were collected from late September to early November 1984, and a data report prepared. (*Skafel*)

Floating Tire Breakwater Research. Mooring load and wave transmission design information, substantiated by field measurements, was presented at a Floating Tire Breakwater Workshop held November 7–8, 1984, in Niagara Falls, New York. The Workshop was co-sponsored by the National Water Research Institute and the U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station (WES). Workshop proceedings will be available from WES.

Advice on floating tire breakwaters was given to the Small Craft Harbours Branch, Ontario Region, for locations at Kingston and Belleville. (*Bishop*)

Wave Prediction. A two-dimensional lake wave prediction system developed at the Great Lakes Environmental Research Laboratory in Ann Arbor, Michigan, was acquired and made operational at NWRI. The computer model uses methods developed at NWRI by M.A. Donelan to obtain reliable estimates of wave height, period and direction. (*Bishop*)

Caisson Retained Artificial Islands. A study was undertaken under contract to investigate the modelling of overtopping volumes for caisson retained artificial islands. Modelled overtopping volumes were found to be too large by factors of 2 to 6. Also, spray distribution differed spatially from the prototype. Reasons for these discrepancies were explored; they include the effects of testing with unidirectional (long-crested waves), possible differences in wave groupiness, and shortcomings in the prototype data and analysis. (*Skafel*)

Port Granby Waste Management. A review was prepared for EPS, Ontario Region, of a report on bluff stability and monitoring of the Port Granby Waste Management Area. (*Zeman*)

Waste Disposal Sites in the Coastal Zone. Evaluation of the potential hazards of these sites has been carried out on the basis of proximity to the shoreline, local recession rate, subsurface hydrogeology and the nature of the wastes dumped at the sites (Fig. 26). (*Coakley*)

Sediment Erodibility. A procedure has been developed to make quantitative measurements of the erosion resistance of cohesive sediment using a rotating cylinder apparatus. The erodibility of two Lake Erie tills, not obviously different based on geotechnical tests, was determined. (*Zeman*)

Coastal Evolution. Planning of shore developments requires knowledge to differentiate recession trends that are modern (to a large degree related to cultural activities) from those that are related to natural long-term evolution. A comprehensive study of Lake Erie was concluded in 1984. (*Coakley*)

Bottom Shear Stress and Erosion Relationship, Lake Ontario. A site on the south shore of Lake Ontario at Stoney Creek was selected for a study of the rates and processes of underwater erosion of exposed glacial sediment on the near-shore slope. This is the most common type of substrate in shallow water in the lower Great Lakes, and its erosion has an effect both on the recession of the adjacent shore bluff and on the supply of sediment to the lake. The shear forces caused by waves acting on the bottom of the near-shore zone are important factors in coastal erosion rates. These forces are presently being evaluated at the test site. Waves were measured at regular intervals during the period October–December 1984, and the wave records are presently being analyzed to assess shear forces at the sediment-water interface. A relationship between the shear and the erosion will be tested. (*Coakley*)

Frames with fixed-transducers were reinstalled at five stations along the profile line at Stoney Creek, and bottom elevation was monitored acoustically and with diver measurements from April to December 1985. Changes from the December data of 1984 were noted in the inshore stations where a sand cover was present, but offshore elevations in the area of exposed till were the same as those previously recorded. (*Rukavina*)

Erodibility of Cohesive Sediments. Erodibility tests on till cores from the Stoney Creek site, including geotechnical tests, have been completed and results have been analyzed. New samples of Lake Erie fine-grained tills have been obtained for

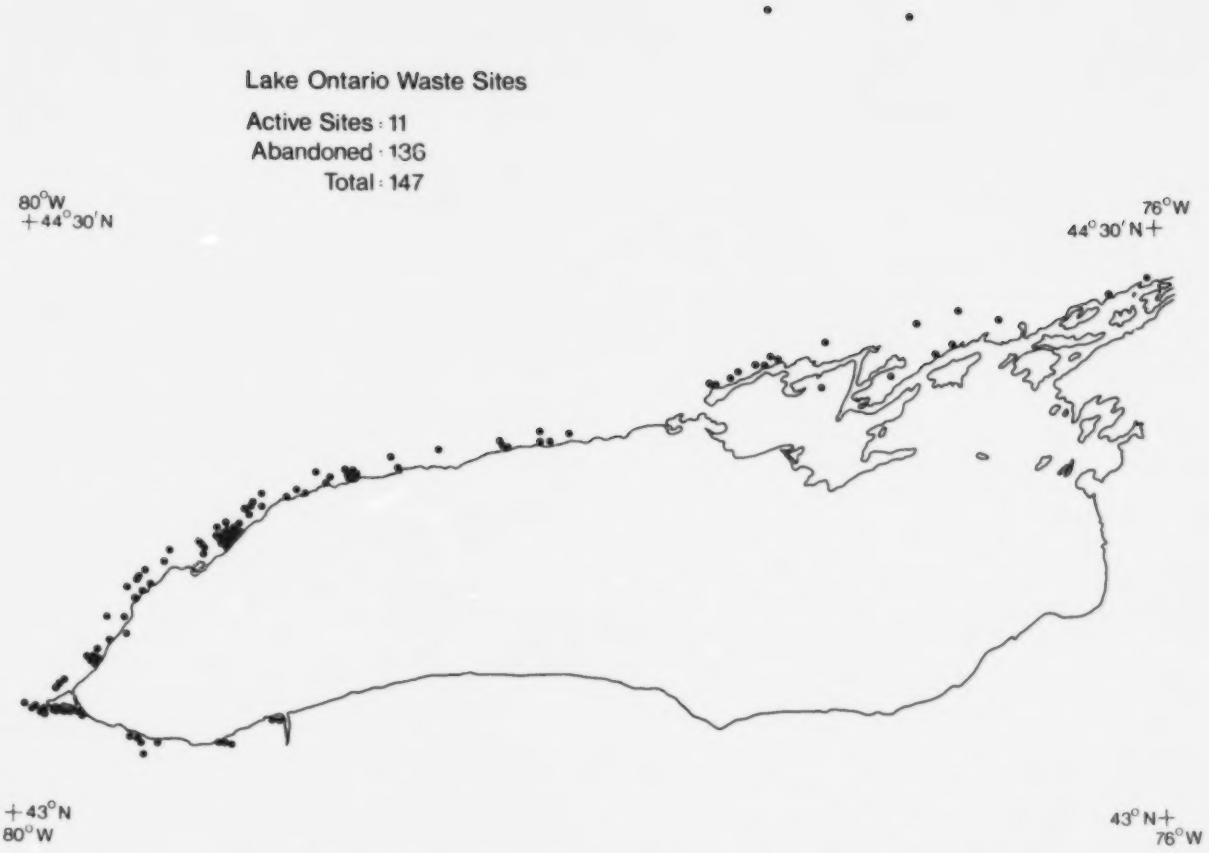


Figure 26. Plot of all waste disposal sites within 5 km of the Lake Ontario shoreline. Plot includes active and closed sites (courtesy of Ontario Ministry of the Environment Waste Disposal Management Branch).

erodibility tests of remolded sediments. A compaction mold, which is to be used for the preparation of remolded samples, is being built. The existing erodibility apparatus has been calibrated for the effect of surface roughness. (*Zeman*)

Sediment/Contaminant Dynamics, Toronto Waterfront. The transport of contaminated sediments from various point sources on the Toronto waterfront may pose a health hazard for local bathing beaches and water intakes. Studies to determine the directional patterns and, possibly, the rate of such transport are now underway (in cooperation with Environmental Contaminants Division and the Ontario Ministry of the Environment). Bottom samples collected in the Humber Bay and Eastern Beaches are being analyzed for grain size and major and trace elements, with a view to identifying potential natural tracers. Concurrent investigations are progressing into artificial means of tracing the transport of fine-grained sediments, which are recognized as major vehicles for adsorbed contaminants. (*Coakley*)

Symposium on Cohesive Shores. Preparations have started for a symposium on scientific and engineering research of rapidly eroding shores consisting predominantly of cohesive sediments. The symposium, sponsored by the NRCC Associate Committee for Research on Shoreline Erosion and Sedimentation, will be held in Burlington in May 1986. (*Zeman*)

Coastal Sediment Budget, North-Central Shore of Lake Erie. Data from the 1979 study of the north-central shore of Lake Erie have been used to develop a coastal sediment budget for the area which examines the long- and short-term changes in coastal erosion and sedimentation and the influence of harbour structures. Results have been reported in a paper submitted to the *Journal of Great Lakes Research*. (*Rukavina, Zeman*)

Van Wagners Beach Study. All sounding records of Profile 18 at Van Wagners Beach have been digitized at points where fixed-transducer data or diver measurements are available. Results for the period 1980–82 are now being analyzed to determine the effects of storms and seasonal water-level changes on the profile form. (*Rukavina*)

Lac Saint-Louis Bottom-Sediment Survey. A survey of the sedimentology and bathymetry of Lac Saint-Louis in the St. Lawrence River was carried out at the request of Inland Waters Directorate, Quebec Region, which is investigating the pollution of the St. Lawrence. Field work was carried out in cooperation with IWD, Quebec Region, and the Quebec Region of the Canadian Hydrographic Service. (*Rukavina*)

Great Lakes Near-Shore Sediment Data. Near-shore file data have been requested by the Environmental Protection Service, Toronto (dredge spoil sites, Sarnia and Owen Sound; PCB Study, Wheatley), Huntec Toronto (geophysical equipment trials, Toronto area), and the city of Port Colborne (local planning). Lake Ontario near-shore data were used in conjunction with lake basin data to select sites for the IJC Lake Ontario Surveillance Program. A description of the near-shore data base was provided to the Ontario Sediment Survey Program Review at the request of WRB. Poster presentations on the structure and contents of the data base were made at the Great Lakes Conference in Milwaukee and the Canadian Coastal Conference in St. John's, Newfoundland. (*Rukavina*)

Lake St. Clair Bottom Sediments (UGLCC). Work has begun on the compilation of data on the bottom sediments of Lake St. Clair in support of the UGLCC program and assistance has been provided to the Aquatic Physics and Systems Division in the use of echo-sounding as a means of measuring the thickness of modern basin muds. (*Rukavina*)

CCIW Open House, 1985. Two of the displays presented at the Open House in April were a videotape presentation on beach changes and a computer quiz on shoreline facts and issues. (*Rukavina*)

An interactive display featuring the postglacial evolution of the Great Lakes in computer graphics was presented. (*Coakley*)

Waves and Wave Forecasting. A section on waves and wave forecasting has been written for a new Handbook of Civil Engineering to be published in 1986. Topics include small amplitude wave theory, wave processes, wave measurement techniques, analysis of wave data, wave statistics and confidence limits, and wave prediction methods. (*Bishop, Donelan*)

Wave Attenuation by Rough Walls. Experiments have been conducted in a wave flume to investigate the scale effects of modelling wave attenuation by lining harbour entrances with riprap. Placing rubble at side slopes of 1.5 or 2 to 1 on vertical entrance channel walls is a technique used more and more to correct wave agitation problems in harbours and/or to correct structural problems at the walls. Wave height attenuation was found to be proportional to the wave height raised to the power 1.36, and was found to be inversely proportional to the water depth (d) raised to the power 0.36 and to the channel bottom width (w). The proportionality factor was found to vary with d/gT^2 w/d and side slope (where T is the wave period and g is the accumulation due to gravity). (*Bishop*)

Measuring Waves with Pressure Transducers. Experiments to establish the veracity of linear wave theory to predict wave heights from subsurface pressures were completed. (*Bishop*)

Wave Loads on Submarine Pipelines. Wave loads on submarine pipelines are normally predicted using the Morrison equation, which uses empirically determined drag and inertia coefficients. Values that should be assigned to those coefficients remain very uncertain. In northern locations, where pipelines may be laid in open trenches to avoid ice damage, little or no data exist. A series of laboratory tests are being done to determine the drag, inertia, and lift coefficients for pipelines in trenches. Details of the flow field were also examined. This work is partially funded by the Panel on Energy Research and Development. (*Skafel*)

TECHNICAL SERVICES SECTION

Scientific Support Unit. Technical staff provide support to scientists and engineers conducting basic and applied research in the Hydraulics Laboratory and related field projects.

A marked increase of field support was provided for the frazil, anchor ice, ice jams and flood studies. Support was also provided to third parties under the Department's cost recovery policy.

Tests to determine the head loss through various components of an automatic sediment sampler were done for the Water Survey of Canada.

Geotechnical/Sedimentological Laboratory Services. The sedimentology laboratory classifies sediments by their particle size and determines organic and total carbon in sediments. The geotechnical laboratory undertakes tests of soils as a structural material. These laboratories provide support for Institute projects as well as other government agencies, universities and the private sector. Cost recovery is used.

A new sedigraph was purchased which will be computerized to provide a more accurate and efficient service; modifications have also been made to the settling tube.

A summary of tests and analyses performed follows.

Tests and analyses	1984/85	1985/86
Particle size analysis		
NWRI	1105	1471
Universities	56	150
Private sector	31	53
Carbon analysis		
NWRI	242	4050
Sediment separation		
NWRI	47	76
Geotechnical tests		
NWRI	10	7

Laboratory Operations Unit. Users of the laboratory receive support such as carpentry, machining and equipment maintenance, and the supervision of outside contractors working in the laboratory. Consultations with scientists and engineers on construction problems, the inventory and procurement of materials and supplies were also undertaken. Advice on equipment and facility design, as well as on electronics and mechanics to the many users of the Hydraulics Laboratory, was provided by a group of highly qualified technologists.

A laminar flow flume was constructed for studies on meander formation and a frazil ice flume was constructed for laboratory testing of the frazil ice instrument.

National Calibration Service. The tow carriage microcomputer data acquisition system has now been in daily operation for over two years. A more powerful 16-bit computer has been procured to improve operations.

A very high accuracy calibration program for Hydro-Québec was completed under a cost recovery agreement involving the calibration of 65 SIAP current meters which will be used for turbine efficiency measurements. This special calibration required 48 different velocities and 12- to 14-hour days to complete the run.

At the request of Sediment Survey Section, Water Survey of Canada, plans were prepared to have Water Survey of Canada's entire inventory of suspended sediment samplers checked, repaired and calibrated. This work will be completed over a two-year period, after which each sampler will be recalled for recalibration every two years.

The use of the towing tank to calibrate current meters and to perform special tests on hydrometric equipment can be broken down as follows:

	Percent time used
Water Survey of Canada	35.1
Other federal agencies	25.3
Provincial governments	14.9
Universities	5.9
Hydro companies	8.4
Consulting engineering firms	10.4

ENGINEERING SERVICES SECTION

Volume Weighted Sampler. The study of contaminant pathways and fates by Environmental Contaminants Division involves the collection of water samples weighted on the basis of the depth and shape of the water body. A portable Volume Weighted Sampler System has been developed to automate this process for field teams.

A transport case (Fig. 27) contains a small keyboard with display, a microprocessor controlling a sequencing valve and a battery powered pump. The sampler is designed to work with a portable electrobathythermograph (EBT) as primary sensor input. The operator uses the keyboard to input the depth versus weighting characteristic desired for the sample to program the microprocessor controlling the pump and valve operating sequences. The sampling orifice is mounted on the EBT. At the completion of the EBT profile, the sample collected is integrated and volume weighted against depth and shape of the lake or pond. (*Desrosiers*)

Suspended Sediment Sensor Study. Sedimentologists and coastal engineers have a continuing requirement to measure the mass concentration of bed load and suspended material in streams and coastal zones. Acoustic rapid measurement is not yet possible. Engineering research is underway to find a way to monitor suspended solids reliably. (*Desrosiers*)

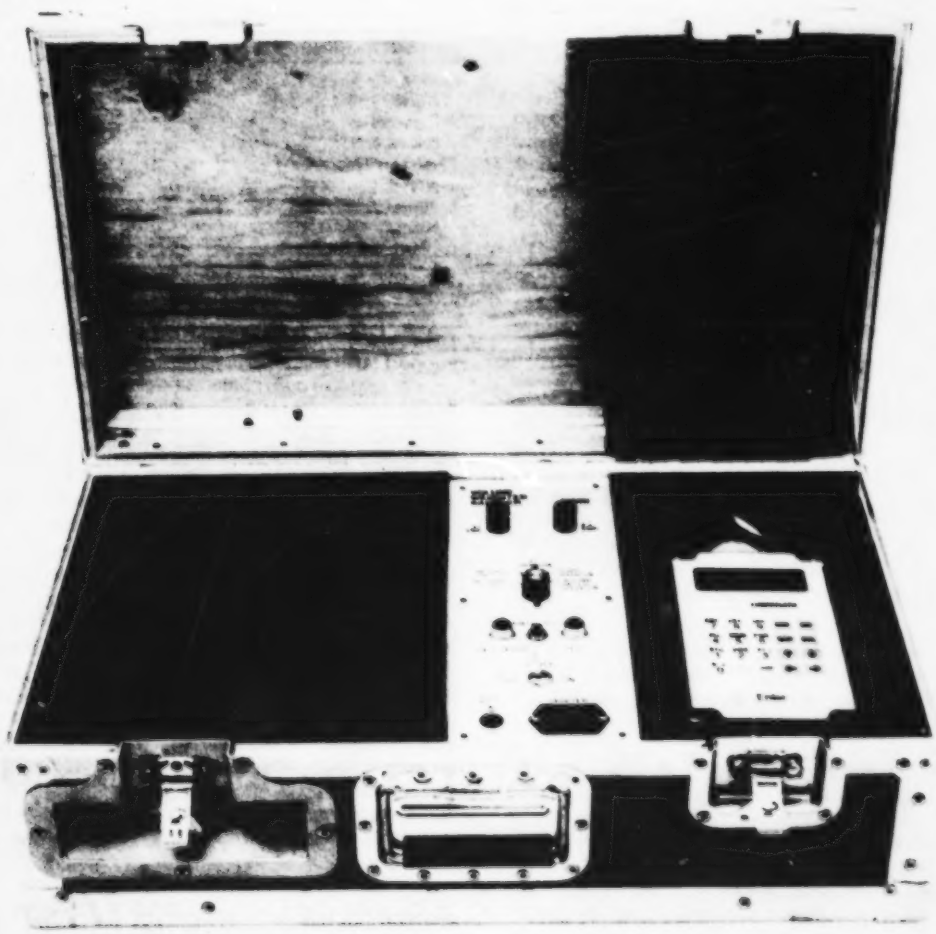


Figure 27. Volume weighted sampler.

Under-Ice Drifter Buoy. A program by the Aquatic Physics and Systems Division to study currents and mixing in northern lakes required a Lagrangian drifter buoy to operate under an ice cover in order to observe advective currents of low order, i.e., less than 1 $cm \cdot s^{-1}$. Besides being easily transportable and able to operate at −30°C, the buoy can be deployed and retrieved through the ice, and its location can be fixed within a 50-cm circle of error under the ice cover using fish-tracking radio tag techniques. The system has been used on Tagish Lake, Y.T., with good results. (*Roy*, *Savile*)

Frazil Ice Recorder. Frazil ice formation in river and stream channels influences the conveyance of the channel. Knowledge of frazil ice formation may provide information for the prediction of restriction in winter flows and probability of flooding. In response to a requirement of the New Brunswick River Ice Sub-committee, NWRI has undertaken the development of a frazil ice recorder. A prototype system has been constructed and tests in an icing flume have confirmed the operating principle. Development work is continuing on the prototype toward field trials in the Nashwaak River, near Fredericton, New Brunswick. (*Ford*)

Cytometer Development. Researchers require additional data to obtain a more accurate assessment of biomass and biocontamination. Automation of the process of cell counting and classification would reduce the cost of obtaining this type of biological data.

Flow cytometry appears to be an attractive supplement to traditional microscopy. The literature and commercial systems were reviewed. It was concluded that commercial systems would be too expensive at this time to be justified by most laboratories. A "home built" system was proposed and some of the system components were enumerated. (*Desrosiers*)

Program for Industry-Laboratory Projects (PILP). PILP is the interdepartmental program for stimulating and financially assisting the transfer of technology from federal government research laboratories to Canadian industry for commercial exploitation. PILP activities at NWRI are coordinated by the Engineering Services Section. Equipment for which Contribution Arrangements are now in effect are the frazil ice sensor (Arctec Canada Ltd.), the solid state temperature logger (Metrex Instruments Ltd.), and the lightweight corer (Quest Engineering Ltd.). Another potential transfer being discussed with industry is the NWRI Wave/Wind Direction Buoy. (*Roy*, *Ford*, *Desrosiers*)

Solid State Logger. Long-term temperature records are essential for environmental studies. The NWRI Scientific Equipment Development Working Group (SEDWG) decided to develop a single-channel temperature logger using solid state storage devices and microprocessor technology. A unit logger could be a building block in arrays of temperature measurements. Much greater operational flexibility would be possible.

A prototype logger has been designed and constructed. This unit was field-tested and found satisfactory. A contract for the manufacture of five evaluation units of the solid state logger has been completed, and the long-term accuracy and reliability of the design will be evaluated by further field use. The contracting supplier has since received assistance under PILP to transfer this technology from NWRI to their product line. (*Ford*)

ICAP Improvements. The Inductively Coupled Argon Plasma (ICAP) spectrometer has been in use for a number of years by NWRI and the Water Quality Branch. Dr. P. Goulden of the Analytical Methods Division proposed a concept for dynamic background correction to increase the sensitivity of this spectrometer. In response to a SEDWG request, Engineering Services has designed and installed a modification kit comprising a rotating chopper wheel and associated synchronous detector-preamplifier circuits for 24 spectrometer channels.

This modification has been demonstrated to provide a threefold reduction in system noise over a short-term integration, which represents significant increase in system sensitivity. A report entitled "Dynamic Background Correction of an ICP Spectrometer" is in preparation. (*Desrosiers*)

MANUFACTURING AND TECHNICAL DEVELOPMENT SECTION

The Manufacturing and Technical Development Section (MANTEC) provides technical services in support of scientific and engineering research studies. In fiscal years 1984-86, MANTEC supported a total of 128 studies, of which 114 were in support of NWRI and 14 were in support of non-NWRI studies. The following highlights some equipment and systems developed during these fiscal years. More detailed information of this equipment is contained in various equipment handbooks available from the Section. Other equipment developed by the Section is reported by the Engineering Services Section and other NWRI and non-NWRI clients.

Snow Corer. A new box corer for sampling snow was designed and built for the Turkey Lakes project. The corer is designed to take a 250 cm^2 sample up to 1.2 m long. It is capable of handling snow consistencies ranging from soft and fluffy to firm and containing ice layers. The construction is of type 304 stainless steel. It is equipped with a driver so that it can be hammered into packed or icy material. The front cover can be slid back to enable study of the snow structure or subsampling of various layers. The new unit is lighter, stronger and more rigid than previous models and costs less to manufacture. (*Savile*)

Helium Leak Detection Unit. This unit has been installed to enable pressure case leak testing to 10^{-9} $cm^3 \cdot s^{-1}$.

Automatic Cycling Pressure Test Vessel. This vessel has been installed to allow the unattended cycling of the 100 psi pressure vessel. The vessel is controlled by a microprocessor based pumping system which monitors both the hydrostatic pressure and the temperature of the fluid medium.

Computer Assisted Design and Drafting System. This system has been installed for the design and drafting of mechanical and electronic drawings and circuit board layouts. The system is based on the IBM-PC Computer Group, using both AUTOCAD and DASH-2 software.

Metal-Photo System. This system has been installed to provide for in-house manufacturing of photographic text deposited on aluminum plate, primarily for instrumentation front panel assemblies.

Snowmelt Sectioning Sampler. To study the effects of the short-term changes in the melting snow water chemistry at the Turkey Lakes site, a new sectioning sampler was designed and manufactured. It is a completely automated battery-powered 24-bottle sampler. The apparatus design was based on that of a commercial water sampler, incorporating a low power microcomputer. In 1984/85, the apparatus successfully collected over 20 samples. (*Dolanjski*, *Savile*)

Computer-Controlled AC Outlets. With the increased use of the personal computers in the laboratories of the Institute, there is a frequent need to control devices like pumps, solenoid valves, etc., with the computer. Since at the time the appropriate interfacing device was not available on the market, a unit was designed and built here. At present, the unit can control four outlets, with eight planned for the future. (*Dolanjski*)

DRAFTING SERVICES SECTION

This Section provides drafting and illustrating support for graphics and visual presentations, technical and scientific illustrations as well as cartographic, mechanical and electronic drawings of a quality suitable for publications.

This Section also provides a photographic service, which includes photography of engineering and scientific research equipment, overhead projection material and slides for conferences and seminars. Outside sources are used for type compositing, printing, reprographic and photo-finishing services.

The Section maintains files of all original drawings, illustrations, and negatives of all photographs and reprographics. This service is provided for the divisions of the Institute and for all other directorates, branches and services within Canada Centre for Inland Waters.

OFFICE SERVICES SECTION

This Section provides office services, word processing, clerical and record-keeping support to all Sections of the Division operations. Office Services also manages the orderly production and distribution of reports and publications on scientific and engineering subjects, implementing the bilingual publishing policy of the Department of the Environment. This Section responds to requests for reprints or copies of unpublished manuscripts, and statistics are kept.

STAFF LIST

Chief — T.M. Dick, B.Sc., M.Sc., Ph.D., P.Eng.
Secretary — A. Mueller
A/Administrative Officer — S. Hicks
(assigned to Hydraulics Division by Staff Services Division, NWRI)

Drafting Services Section
Head
W.D. Finn

Draftspersons
M. Donnelly
P. McColl
J. Van Nynatten

Engineering Services Section
Head

F.E. Roy, B.Sc., M.E., M.Eng., P.Eng.	mechanical systems

Project Engineers

R. Desrosiers, B.A.Sc., M.A.Sc.	electro/optical
J.S. Ford, B.A.Sc., P. Eng.	data systems
N. Madsen, B.A.Sc., P. Eng.	machine designs
J. Valdmanis, B.Eng., M.A.Sc., P. Eng.	sensor systems

Environmental Hydraulics Section
Head

Y.L. Lau, B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D., P.Eng.	river dynamics

Researchers

S. Beltaos, B.S., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	river ice studies
P. Engel, B.Sc., M.Sc.	river engineering
B.G. Krishnappan, B.E., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	river dynamics
J. Marsalek, Dipl.Eng., Can.Tech.Sci., P.Eng.	urban hydrology
H. Ng, B.Sc., M.Sc., P.Eng.	urban hydrology
G. Tsang, B.E., M.Eng.Sc., Ph.D., P.Eng.	ice studies
J. Wong, B.Eng. (presently on educational leave)	river ice studies

Manufacturing and Technical Development Section
Head
S.D. Baird

Electronics Unit
J. Dolanjski
M. Pedrosa

Mechanical Unit
R. Boucher (now with National Defence, Ottawa)
H. Savile

Calibration and Maintenance Unit
W.J. Cooper
L. Peer

Machine Shop
J.G. Ford
K.K. Kalter
G. Olsen
D. Whyte

Office Services Section
Head
M. Hawkins

D. Bowman, Clerk
N. Snelling, Word Processing Operator

Shore Processes Section
Head

M.G. Skafel, B.A., B.E., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	coastal engineering

Researchers

C.T. Bishop, B.Sc., M.Sc., P.Eng.	coastal engineering
J.P. Coakley, B.Sc., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	coastal sedimentology
M.A. Donelan, B.Eng., Ph.D.	air-water interaction

N.A. Rukavina, B.A., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	coastal sedimentology
A.J. Zeman, B.Sc., M.Sc.	geotechnical studies

Technical Services Section
Head
C. DeZeeuw

Geotechnical/Sedimentology Laboratory Services
K. Salisbury
J. Dalton

Laboratory Operations
R. Klainka
E. Nash (retired September 1984)
G. Voros

Scientific Support Unit
D. Beesley
J. Dalton
G.A. Duncan
W. Moody
T. Nudds

D. Doede
F. Dunnett
J. Heidt
R. Stephens
B. Trapp

National Calibration Service
C. Bil
D. Fekyt
B. Near

COMMITTEE MEMBERSHIP

S. Beltaos
- IAHR Working Group on Thermal Regimes
- IAHR Working Group on Ice Jams
- NRCC Subcommittee on Snow and Ice
- NRCC Subcommittee on Hydraulics of Ice-Covered Rivers
- NRCC Working Group on River Ice Jams — Chairman
- New Brunswick Subcommittee on River Ice

J.P. Coakley
- IUGS Working Group on Modern Methods of Grain Size Analysis
- IGCP Project 200 (Sea-Level Correlations and Applications)
- Program Committee ACROSES Symposium on Cohesive Shores

T.M. Dick
- International Association for Hydraulics Research (IAHR) — Council Member 1985/87
- Editorial Board, *WHO Water Quality Bulletin*
- Associate Committee for Research on Shoreline Erosion and Sedimentation (ACROSES) — NRC — Chairman

M.A. Donelan
- American Meteorological Society's Committee on "Interaction of the Sea and Atmosphere" — Chairman
- Canadian National Committee for the Scientific Committee on Oceanic Research

J.S. Ford
- Mohawk College Technology Advisory Committee
- Scientific Equipment Development Group (SEDWG)

B.G. Krishnappan
- Bridge Hydraulics Project Committee of Roads and Transportation Association
- CSCE Task Force on Mixing Processes in Rivers
- Ph.D. Supervisory Committee, Department of Mechanical Engineering, University of Waterloo
- Water Quality and Quantity Technical Committee Flathead River International Study Board, International Joint Commission

Y.L. Lau
- Canadian Society for Civil Engineering
- Hydrotechnical Division Research Committee

J. Marsalek
- Working Group on Urban Hydrology (under the International Hydrological Program of UNESCO)
- Urban Water Resources Research Council of ASCE
- Technical Committee for the Waterford River Basin Study
- Ph.D. Supervisory Committee, Department of Civil Engineering, McMaster University
- Organizing Committee, 1985 NATO Workshop on Urban Runoff

N.A. Rukavina
- Ph.D. Supervisory Committee, Department of Geography, McMaster University
- Program Committee, ACROSES Symposium on Cohesive Shores

G. Tsang
- IJC Niagara International Board of Control, Ice Panel
- Canada–U.S. International Ice Information Work Group

J. Valdmanis
- Current Meter Measurement Committee (affiliated with IEEE and MTS)

A.J. Zeman
- NRC Subcommittee on Marine Geotechnical Engineering
- Organization Committee ACROSES Symposium on Cohesive Shores — Chairman

PUBLICATIONS

Barnett, P.J., **J.P. Coakley**, J. Terasmae, and C.E. Winn. 1985. Chronology and significance of a Holocene sedimentary profile from Clear Creek, Lake Erie shoreline, Ontario. Can. J. Earth Sci., 22(8): 1133–1138.

Beaulieu, G.T., **M.G. Skafel**, and W.F. Baird. 1984. Offshore breakwater, Wheatley, Ontario. Proc. 19th Coastal Engineering Conference, ASCE, pp. 1929–1939.

Beltaos, S. 1984. Study of river ice breakup using hydrometric station records. Proc. 3rd Workshop on Hydraulics of River Ice, Fredericton, N.B., pp. 41–59.

Beltaos, S. 1984. River ice breakup. Submitted to the Proc. of the IAHR Int. Ice Symp., Hamburg, West Germany.

Beltaos, S. 1984. A conceptual model of river ice breakup. Can. J. Civil Eng., 11(3): 516–529.

Beltaos, S. 1984. Discussion: Ice jams in shallow rivers with floodplain flow. Can. J. Civil Eng., 11(2): 370–371.

Beltaos, S. 1984. Closure: River ice jams: Theory, case studies and applications. ASCE.

Beltaos, S. 1984. Lecture notes on ice jams. Short course on river ice engineering, Fredericton, N.B.

Beltaos, S. 1984. Discussion: Analysis of breakup and ice jams in the Athabasca River at Fort McMurray, Alberta. Can. J. Civil Eng.

Beltaos, S. 1985. Ice freeze-up and breakup in the Lower Thames River: 1981–82 observations. NWRI Contribution No. 85-05.

Beltaos, S. 1985. Research on river ice jams and floods: Relevance of hydrometric measurements and need for additional data. Submitted for inclusion in the Proc. of Winter Discharge Measurement Techniques and Instrumentation Working Group, Peace River, Alberta.

Beltaos, S. 1985. Ice freeze-up and breakup in the lower Thames River 1982–83 observations. NWRI Contribution No. 85-10.

Beltaos, S. 1985. Discussion: Comparison of field data with theories of ice progressing in large rivers. Can. J. Civil Eng.

Beltaos, S., and **J. Wong.** 1984. Downstream transition of river ice jams. NWRI Contribution No. 84-40, to be submitted to ASCE.

Bishop, C.T. 1984. Floating breakwater feasibility at Confederation Basin, Kingston, Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-13, prepared for Small Craft Harbours, OR, DFO.

Bishop, C.T. 1984. Wave hindcast for the sinking of the Stanley Clipper, Long Point Bay, Lake Erie. Hydraulics Division Tech. Note 84-16.

Bishop, C.T. 1984. Lake Ontario wave hindcast for EPIRB experiments. Hydraulics Division Tech. Note 84-19, prepared for Canadian Coast Guard.

Bishop, C.T. 1984. Plans and specifications for a floating tire breakwater at Morch Marine, Belleville, Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-23, prepared for Small Craft Harbours, OR, DFO.

Bishop, C.T. 1985. Field assessment of floating tire breakwater. Proc. Floating Tire Breakwater Workshop, U.S. Army Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.

Bishop, C.T., and **M.A. Donelan.** 1985. Waves and wave forecasting. Submitted to the forthcoming Handbook of Engineering, ASCE, Technomic Publishing.

Bishop, C.T., J.T. Judge, and **M.G. Skafel.** 1985. Modelling wave overtopping of a Caisson Island. Proc. Canadian Coastal Conference 1985, NRCC.

Coakley, J.P. 1984. Comments on survey procedures for monitoring of bottom sediment changes in the vicinity of the Darlington Nuclear Generating Station, Lake Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-14, prepared for Ontario Hydro.

Coakley, J.P. 1984. Late Quaternary depositional environments in eastern Lake Erie. 27th Great Lakes Conference, Brock University.

Coakley, J.P. 1985. Evolution of Lake Erie based on the postglacial sedimentary record below the Long Point, Point Pelee and Pointe-aux-Pins forelands. Unpub. Ph.D. Thesis, University of Waterloo, 361 pp.

Coakley, J.P., and C.F.M. Lewis. 1985. Postglacial lake levels in the Erie Basin. Geol. Assoc. of Canada, Pap. 30, pp. 195–212.

Cooper, J. 1984. Evaluation report of Guildline model 9450 digital thermometer SN 51888. Hydraulics Division Tech. Note 84-30.

Desrosiers, R.J. 1984. Electro-optical performance review of a flume profiler fiber optic probe. Hydraulics Division Tech. Note 84-02.

Desrosiers, R.J. 1984. Water test method for transmittance sensors at NWRI. Hydraulics Division Tech. Note 84-12.

Desrosiers, R.J. 1984. Brief investigation of sensors used to measure suspended sediment. Hydraulics Division Tech. Note 84-15.

Desrosiers, R.J. 1985. Flow cytometry — a review of the technique with application to phytoplankton and bacteria. NWRI Contribution No. 85-17.

Desrosiers, R.J. 1985. Cytometer bibliography. NWRI Contribution No. 85-18.

DeZeeuw, C.N. 1985. General instructions for visitors working in the Hydraulics Laboratory/Instructions générales à l'intention des visiteurs qui viennent travailler au laboratoire de l'hydraulique.

Dick, T.M. 1984. Guidelines for the administration of the cost recovery policy in the Hydraulics Division, NWRI/Lignes directrices en vue de l'application de la politique de recouvrement des coûts à la Division de l'hydraulique, INRE.

Dick, T.M. 1984. Comments on science policy. Hydraulics Division Tech. Note 84-05.

Dick, T.M. 1985. Rivers, research and sediment. NWRI Contribution No. 85-07.

Dick, T.M., and **J. Marsalek.** 1985. Manhole head losses in drainage hydraulics. Presented at the 21st Congress of the IAHR, Melbourne, Australia.

Dolanjski, J. 1984. Operating instructions for the Biotech rain sampler.

Dolanjski, J. 1984. Handbook notes for the delay timer.

Dolanjski, J. 1984. Handbook notes for computer control AC outlets.

Dolanjski, J. 1984. Handbook notes for the data logger interrogator.

Donelan, M.A. 1985. Frequency and wave number spectra of wind-generated waves. Scripps Inst. Oceanogr. Advanced Lectures, December 1983, Springer-Verlag.

Donelan, M.A. 1985. Mixing length model for gas transfer at the air-water interface. Scripps Inst. Oceanogr. Advanced Lectures, December 1983, Springer-Verlag.

Donelan, M.A. 1985. Attenuation of laboratory "swell" in an adverse wind. Scripps Inst. Oceanogr. Advanced Lectures, December 1983, Springer-Verlag.

Donelan, M.A., and W.J. Pierson. 1984. Bragg scattering and equilibrium ranges in wind-generated gravity waves — with application to scatterometry. Submitted to J. Geophys. Res. Oceans.

Donelan, M.A., R. Golus, and H.A. Panofsky. 1984. Comparison of bulk and direct methods for estimating fluxes and structure function constants over water. Submitted to J. Boundary Layer Meteorol.

Donelan, M.A., J. Hamilton, and W.H. Hui. 1985. Directional spectra of wind-generated waves. Phil. Trans. R. Soc. London A315, pp. 509–562.

Donelan, M.A., and W.J. Pierson, Jr. 1984. Does the scatterometer see wind speed or friction velocity? Paper in the preprint volume of the International Union of Radio Science Meeting: Frontiers of Remote Sensing of the Oceans and Troposphere from Air and Space Platforms, published in Proc. NASA Conference Pub. No. 2303.

Duncan, G.A. 1984. Particle Size Data Reports. Hydraulics Division Tech. Notes 84-20, 21, 22, 24, 25, 26.

Engel, P. 1984. Discussion: Bed shear from velocity profiles: A new approach. Submitted to J. Hydraul. Eng., ASCE.

Engel, P. 1985. Discussion: New approach to calibrating bedload samplers. Submitted to ASCE.

Engel, P., and **C.N. DeZeeuw.** 1984. The effect of Columbus type sounding weights on the performance of the Price current meter. NWRI Contribution No. 84-30.

Engel, P., and **C.N. DeZeeuw.** 1984. On the effect of changes in geometry and submerged weight of the Price meter rotor. NWRI Contribution No. 84-24.

Engel, P., and **B.G. Krishnappan.** 1984. Discussion: Flow resistance in large test channels. Accepted by J. Hydraul. Eng., ASCE.

Ford, J.S. 1984. Maximum speed for profiling. Hydraulics Division Tech. Note 84-11.

Ford, J.S. January 1984. The demonstration of a correction technique to improve spatial information for oxygen profiles. NWRI unpub. rep.

Ford, J.S. 1984. An engineering proposal for a sonde to measure ice jam thickness. Hydraulics Division Tech. Note 84-09.

Ford, J.S. 1984. Prototype designs for surveys and measurements in an aquatic environment, 1982. NWRI Contribution No. 84-25/Prototypes d'appareils pour les études et mesures en milieu aquatique, 1982. Collection INRE 84-25.

Ford, J.S. 1984. Prototype designs for surveys and measurements in an aquatic environment, 1983. NWRI Contribution No. 85-01/Prototypes d'appareils pour les études et mesures en milieu aquatique, 1983. Collection INRE 85-01.

Ford, J.S. 1985. Operating procedures for solid state temperature logger MKI.

Ford, J.S. 1985. End point determination for a chemical titration using a micro computer. Hydraulics Division Tech. Note 85-04.

Ford, J.S. 1985. Progress report on the frazil ice recorder.

Ford, J.S., and M.A. Charlton. 1984. Microcomputer system for dissolved oxygen profiles. Submitted to the J. Atmosph. Ocean Technol.

Ford, J.S., and **J. Dolanjski**. 1984. A sonde for profiling having AC power and bidirectional microprocessor communication on a single circuit. Submitted to IEEE J. Oceanic Eng.

Ford, J.S., M. Pedrosa, and **J. Dolanjski**. 1984. A solid state logger for temperature. NWRI Contribution No. 85-19.

Heidt, J. 1984. Calibration of Thermarine recorders. Hydraulics Division Tech. Note 84-04.

Heidt, J. 1984. Method of measuring the towing tank rails. NWRI unpub. rep.

Heidt, J. 1986. Pressure discharge curves for a Jacuzzi and a hydrometric pump. Hydraulics Division Tech. Note 86-02, prepared for Sediment Survey Section, WRB.

Iizuka, I., A. Freundorfer, W. Haras, **G. Tsang**, and D. Wilson. 1984. Measurement of saline ice thickness using a step frequency radar. Submitted to the J. Geophys.

Judge, J.T. 1983. Annotated bibliography on wave action at and around caisson retained artificial islands. NWRI unpub. Contract Rep.

Judge, J.T. 1983. Wave action and overtopping spray for caisson retained artificial islands. NWRI unpub. Contract Rep.

Judge, J.T. 1983. Annotated bibliography on overtopping spray for caisson retained artificial islands. NWRI unpub. Contract Rep.

Judge, J.T. 1984.Caison retained islands overtopping and spray. NWRI unpub. Contract Rep.

Judge, J.T. 1984. Wave action around caisson retained artificial islands. NWRI unpub. Contract Rep.

Krishnappan, B.G. 1983. Dispersion of dredged spoil when dumped as a slug in deep water: the Krishnappan model. Proc. Workshop on Drilling Fluid Dispersion Models, Vol. 2, pp. 128–155.

Krishnappan, B.G. 1984. Stability of drainage ditch at Madawaska Mines tailing pond. Hydraulics Division Tech. Note 84-18, prepared for Federal Programs Division, EPS, OR.

Krishnappan, B.G. 1984. MOBED vs HEC-6: A comparative study. NWRI Contribution No. 84-19.

Krishnappan, B.G. 1985. Modelling of unsteady flows in alluvial streams. J. Hydraul. Eng., ASCE, 111(2): 257–266.

Krishnappan, B.G. 1985. Comparison of MOBED and HEC-6 river flow models. Can. J. Civil Eng., 12(3): 464–471.

Krishnappan, B.G. 1985. Laboratory verification on a mobile boundary unsteady flow model (MOBED). Paper submitted to the J. Hydraul. Res., IAHR.

Krishnappan, B.G. 1985. Prediction of sediment sorting using MOBED: Users manual update II. NWRI Contribution No. 85-22.

Krishnappan, B.G. 1985. Application of MOBED to Qu'Appelle River between Cravan and Pasqua Lake. NWRI Contribution No. 85-20.

Krishnappan, B.G., and **Y.L. Lau.** 1985. RIVMIX MK-II users manual. NWRI unpub. Rep.

Krishnappan, B.G., and **Y.L. Lau.** 1985. Turbulent modelling of floodplain flows. Paper submitted to the J. Hydraul. Eng., ASCE.

Lau, Y.L. 1985. Mixing coefficient for ice-covered and free-surface flows. Can. J. Civil Eng., 12(3): 521–526.

Lau, Y.L. 1985. Discussion: Low temperature effects on flow in sand-bed streams. Accepted for publication in the J. Hydraul. Eng., ASCE.

Lau, Y.L. 1985. Discussion on the determination of ripple geometry. Submitted to ASCE.

Lau, Y.L., and **B.G. Krishnappan.** 1984. River mixing — state-of-the-art report. Task Group on Mixing Processes in Rivers. CSCE Hydrotechnical Division Research Comm. CJCE, Vol. 11, pp. 585–609.

Lau, Y.L., and **B.G. Krishnappan.** 1985. Sediment transport under ice cover. J. Hydraul. Eng., ASCE, Vol. III, No. 6, pp. 934–950.

Lau, Y.L., and **B.G. Krishnappan.** 1985. Discussion: Transverse mixing in open channel flow. Accepted for publication in the J. Hydraul. Eng., ASCE.

Marsalek, J. 1984. Hydraulic tests of the Canron ductile iron grate. Hydraulics Division Tech. Note 84-10 prepared for Canron Inc.

Marsalek, J. 1984. Caractérisation du ruissellement de surface issu d'une zone urbaine commerciale. Sciences et Techniques de l'Eau, 17(2): 163–167.

Marsalek, J. 1984. Urban Runoff Peak Frequency Curves. Nord. Hydrol., 15: 85–102.

Marsalek, J. 1984. Temporal distribution of design storm rainfall. J. Water Sci. Technol., ASCE, 16: 167–175.

Marsalek, J. 1984. Head losses at sewer junction manholes. J. Hydraul. Eng., ASCE, 110(8): 1150–1154.

Marsalek, J. 1984. Laboratory investigations of road drainage structures. NWRI Contribution No. 84-35, prepared for the Ministry of Transportation and Communications.

Marsalek, J. 1985. Head losses at selected sewer junction manholes. NWRI Contribution No. 85-15.

Marsalek, J. 1985. Toxic contaminants in urban runoff: A case study. To be published in the Proc. of the NATO Workshop on Urban Runoff Pollution.

Marsalek, J., and G. Patry. 1984. Urban design floods. A report to the Editors of the Canadian Flood Guide.

Marsalek, J., and H.O. Schroeter. 1984. Loadings of selected toxic substances in the Canadian Great Lakes Basin. Prepared under the Great Lakes Water Quality Program.

Marsalek, J., and W.E. Watt. 1984. Design storms for urban drainage design. Can. J. Civil Eng., 11(3): 574–584. 1984.

Marsalek, J., U. Panu, and **H.Y.F. Ng.** 1985. Investigations of urban runoff in St. John's Newfoundland. A report to the Technical Committee for the Waterford River Basin Study.

Miles, K., and **N.A. Rukavina.** 1984. System user's manual for nearshore data file. NWRI unpub. rep.

Mudroch, A., **A.J. Zeman**, and L.L. Kalas. 1982. Calcium carbonate in postglacial Lake Erie Sediment. J. Great Lakes Res., 8(4): 711–718.

Ng, H.Y.F. 1984. Energy losses at junction manholes with a lateral. NWRI Contribution No. 85-14.

Ng, H.Y.F. 1985. Direct contribution of rainwater to loading of urban storm runoff. NWRI Contribution No. 85-11.

Ng, H.Y.F., and **J. Marsalek.** 1984. Effects of rainwater composition on urban runoff quality. Canadian Hydrology Symp., Laval University, Quebec.

Pedrosa, M. 1984. Handbook notes for frazil instrument.

Pedrosa, M. 1985. Groundwater microflowmeter. NWRI unpub. rep. (limited distribution).

Peer, L. 1985. Quality assurance program manual for MANTEC calibration unit (limited distribution).

Pierson, Jr, W.J., W.B. Sylvester, and **M.A. Donelan**. 1985. Aspects of the determination of winds by means of scatterometry and of the utilization of vector wind data for meteorological forecasts. J. Geophys. Res. Oceans.

Pinchin, B.M., C.A. Fleming, **M.G. Skafel**, and D. Aubrey. 1985. Comparison of measured with computed offshore to onshore transformations of directional wave spectra at Pointe-Sapin, N.B. Canadian Coastal Sediment Study. Proc. Canadian Coastal Conference, 1985, NRCC.

Roy, F.E. 1984. Program for industry-laboratory projects (PILP) activities at NWRI NWRI Contribution No. 84-51.

Roy, F.E. 1985. Computer aided engineering.computer aided design. NWRI Contribution No. 85-06.

Roy, F.E., and **H.A. Savile.** 1985. Handbook notes for under-ice drifter buoy.

Rukavina, N.A. 1985. Manual on the field use of a portable computer terminal. NWRI unpub. rep.

Rukavina, N.A. 1985. Operations guide Lac St-Louis bottom sediment survey. Hydraulics Division Tech. Note 85-05, prepared for IWD, QR.

Rukavina, N.A. 1985. Operations guide — St. Clair River Sounding Survey. Hydraulics Division Tech. Note 85-09, prepared for UGLCC.

Rukavina, N.A. 1985. Preliminary results — thickness measurements of Lake St. Clair sediments by echo sounding. Hydraulics Division Tech. Note 85-08, prepared for APSD, NWRI.

Rukavina, N.A. 1986. Lac St-Louis bottom types — CHS labels. Hydraulics Division Tech. Note 86-01, prepared for Can. Hydrographic Service, QR.

Rukavina, N.A., and **A.J. Zeman.** 1985. Erosion and sedimentation along a cohesive shoreline — the north-central shore of Lake Erie. Submitted to the J. Great Lakes Res.

Salisbury, K. 1984–85. Particle size data reports. Hydraulics Division Tech. Notes 84-27, 28, 85-02, 03 A to K.

Schwab, D.J., J.R. Bennett, P.C. Liu, and **M.A. Donelan.** 1984. Application of a simple numerical wave prediction model to Lake Erie. GLERL Contribution No. 382, J. Geophys. Res., Vol. 89, C3, pp. 3586–3592.

Skafel, M.G. 1984. Offshore wind and wave data, 1983, Pointe-Sapin, New Brunswick, CCIW wave direction buoy. Submitted to the Canadian Coastal Study.

Skafel, M.G. 1984. Shore protection for the North Berm, CCIW. Hydraulics Division Tech. Note 84-29.

Skafel, M.G. 1985. Offshore wind and wave data, 1984, Stanhope Beach, P.E.I. CCIW wave direction buoy. NWRI Contribution No. 85-03.

Skafel, M.G. 1985. Wave forces on submarine pipelines: A review. Report funded in part by the Panel on Energy Research and Development (PERD), Marine Engineering Committee, Project No. 6.2.3.07. NWRI Contribution No. 85-135.

Skafel, M.G. 1985. Shoreline evolution models annotated bibliography. NWRI Contribution No. 85-137.

Skafel, M.G., and **C.T. Bishop.** 1984. Entrance configuration, Grand Bend, Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-08, prepared for Small Craft Harbours, OR, DFO.

Skafel, M.G., and **B.G. Krishnappan.** 1984. Suspended sediment distribution in wave field. ASCE J. Waterw. Port Coastal Ocean Eng., 110(2): 215–230.

Skafel, M.G., C.T. Bishop, and **J.P. Coakley.** 1985. Shore protection alternatives for the Marentette drainage scheme. Hydraulics Division Tech. Note 85-06, prepared for Agriculture Canada and Parks Canada, DOE.

Skafel, M.G., J.T. Judge, and **C.T. Bishop.** 1984. Wave field around caisson retained artificial islands. Proc. Canadian Coastal Conference 1985, NRCC.

Tsang, G. 1984. An instrument for measuring frazil concentration. J. Cold Regions Sci. Technol., 10: 235–249.

Tsang, G. 1984. Modelling criteria for bubble plumes — a theoretical approach. Can. J. Civil Eng., 11: 293–298.

Tsang, G. 1984. Concentration of frazil in flowing water as measured in the laboratory and in the field. Proc. IAHR Ice Symp.

Tsang, G. 1985. Frazil measured in the laboratory and in the field. Submitted to the J. Nord. Hydrol.

Tsang, G. 1985. Lachine Rapids ice study — measurement and analysis. Preliminary report prepared for Hydro-Québec.

Tsang, G., and T. Hanley. 1985. Frazil formation in water of different salinities and supercoolings. J. Glaciol. 31(108): 74–85.

Valdmanis, J. 1985. A feasibility proposal for measuring the efficiency of the Annapolis Power Station. Hydraulics Division Tech. Note 85-01, prepared for Energy Development Section, WP&M, Ottawa.

Wong, J., and **S. Beltaos.** 1985. Preliminary study of grounded ice accumulation. NWRI Contribution No. 85-09.

Wong, J., S. Beltaos, and **B.G. Krishnappan.** 1984. Seepage flow through simulated grounded ice jam. Submitted to the Can. J. Civil Eng. for presentation as a Technical Note.

Wong, J., S. Beltaos, and **B.G. Krishnappan.** 1984. Laboratory tests on surges created by ice jam releases. Submitted to the Can. J. Civil Eng. for presentation as a Technical Note.

Zeman, A.J. 1984. Laboratory test of sediment erodibility. Part 1. Equipment, theory, and calibration. NWRI Contribution No. 85-04.

Zeman, A.J. 1984. Review of Port Granby. Hydraulics Division Tech. Note 84-17, prepared for Federal Programs Division, EPS.

NWRI PACIFIC AND YUKON REGION

The Pacific and Yukon Branch of the National Water Research Institute is responsible for the Department of the Environment's water management and limnological research in British Columbia and the Yukon Territory. Formed in 1971, the Branch undertakes applied and basic research to determine the ecological sensitivity and response of regional lakes and rivers to nutrient pollution, biocide contamination and construction of large-scale, hydroelectric impoundments and diversions. Traditional limnological knowledge is not easily applied to the solution of the region's water management problems. Unlike Prairie and Shield systems, most British Columbia and Yukon lakes are long, narrow, deep systems strongly influenced by riverine throughflow and hydrographic variability.

Traditionally, the Branch research program has involved a mixture of longer-term interdisciplinary projects examining the general effects of development (e.g., eutrophication, impoundment) on typical lake or lake/river systems, and shorter-term applied projects aimed at development of rehabilitation strategies at specific sites. In 1983, however, the decision was reached to disband the regional branches of NWRI and to relocate staff to an integrated research facility, the National Hydrology Research Centre, in Saskatoon, Saskatchewan, in April 1986. As a result, the current program focus has been to complete and document ongoing projects prior to relocation. These projects include river eutrophication research in central British Columbia, studies of limnology in Yukon River headwater lakes, and rehabilitation strategies for eutrophic southern British Columbia lakes.

SOUTHERN LAKES

Thompson River. The joint research project with Weyerhaeuser Canada Ltd. continued in 1984/85 and 1985/86. The multiple, continuous-flow facility for periphyton studies was constructed next to the South Thompson River at Chase, B.C. Together with a laboratory trailer, the facility enabled year-round experiments on periphyton accumulation rates and physiology. One experiment examined periphyton photosynthesis for changes in both seasonality and response to the growth-limiting nutrient phosphorus. Six additional experiments have been completed in which the growth kinetics of attached algal communities were examined under the influence of differing N:P ratios and P-pulsing regimes. The influence of natural UV-light on periphyton productivity has also been quantified. Results of these experiments are being analyzed in preparation for publication. Short-term colonization dynamics of periphyton algae were examined using fast-flushing continuous-flow light and dark troughs. Significant differences in periphyton biomass, chlorophyll *a* and algal taxonomic composition between the two parallel troughs were noted within 24 hours.Experiments commencing at the onset of nighttime darkness showed that the rates of algal immigration during the night period were similar in both troughs. Within 4.5 hours of sunrise, however, certain diatom species, most notably *Hanneae arcus* (Ehr.) Patr. and *Diatoma tenue* Ag., selectively emigrated from the dark trough while remaining in the light trough. Better adhering species such as *Achnanthes minutissima* required light deprivation for two photo-periods before significant emigration was noted. Results from substratum-inversion experiments and data on the loss rates of neutral red-stained cells suggested that the mechanism(s) for the rapid differential egress of cells from the dark trough involved an active process which may be associated with changes in cell buoyancy on the disruption of natural light:dark cycles.

Another smaller trough facility was built adjacent to the Thompson River at the Weyerhaeuser Canada Ltd. pulp mill site in Kamloops, B.C. This will provide a direct assessment of the effects of kraft mill effluent on periphyton growth rates and physiology. Two preliminary experiments were completed in October 1985, and the spring of 1986, corresponding to the periods of nuisance periphyton accumulations in the river downstream from the mill. (*Bothwell, Jasper, Bolin, Suzuki, Daley*)

Wood Lake. Thermistor chain data from Wood Lake, located in the Okanagan Valley, were analyzed for internal waves. It was discovered that waves of the first and second baroclinic modes dominated the oscillations of the lake's thermal structure. The lake responded to a wind event by initiating a first-mode seiche, which was followed by a second, as the initial wave was damped. Because the period of the second-mode approximates that of diurnal winds, it is thought that a resonance effect is responsible for maintaining the second-mode oscillations although weak currents were observed associated with second-mode motions. (*Wiegand*)

Kootenay Lake. Two years of thermistor chain records obtained in Kootenay Lake were also analyzed for internal waves. Internal seiches dominated the thermal structure of the lake, while internal surges were an extraordinary feature of the data. The periods of the dominant members of the internal wave field were determined mainly by morphometry, but varied seasonally with stratification. The wind, which initiates internal seiching, also modifies stratification. In a large lake like Kootenay, stratification varies not only spatially but also at time scales similar to those of the internal seiche. Hence the shape and frequency of the waves can vary as they pass through the lake. (*Wiegand, Carmack*)

NORTHERN LAKES

Yukon River/Lake Laberge. The large lakes and rivers of Canada's North have rich histories as exploration and trade routes and have played an important role in economic development. Their importance as a resource has not diminished owing to their potential use for water storage and power generation. Figure 28 shows a hypothetical northern setting illustrating the central role water plays in social and economic development.

A joint study with Water Resources Branch on the seasonal ice cycle in the Yukon River and Lake Laberge was carried out over the winters of 1984–86. Measurements were made of water temperature, ice accumulation and thickness, snow cover, frazil formation and accumulation under the ice, and

Figure 28. Hydrological and limnological concerns.

degradation of frazil dams. Surveys were also conducted of conductivity/temperature/depth in crosslake and downriver transects. Under-ice moorings recorded temperature and current speed and direction. Detailed through-the-ice measurements of river velocity were also recorded. Several reports on these findings are nearing completion. (*Carmack*, *Alford*, *Marles*, *Chamberlain*)

Analysis of the data for evidence of internal waves is currently being carried out for Lake Laberge. An attempt is being made to characterize the internal wave field in a statistical sense as well as to describe its seasonal dynamic interaction with river inflow. (*Wiegand*)

Results from the chemical and biological sampling program on Atlin, Tagish, Marsh and Laberge lakes have been analyzed. Nutrient levels are very low, as are algal and zooplankton biomass, indicating that the lakes are ultra-oligotrophic. Physical factors (temperature, flushing rate, turbidity, and mixing) have pronounced effects on the chemistry and biology of these lakes. With residence times of these lakes varying two orders of magnitude, and the Yukon River being the principal water transfer route (up to 97% of the Marsh Lake input), this suite of lakes is of value to northern reservoir modellers. Marsh Lake is a particularly interesting example of a fast-flushing, shallow northern lake with unusual warming characteristics.

Phosphorus levels are very low (DP <5 ppb). The major component of total phosphorus was particulate (61% of the growing season total) and is associated with the riverine suspended sediments. Work on the bioavailability of this material is now being conducted. The average growing season total nitrogen was also low (76 ppb), but average nitrate values remained above the detection limit throughout the growing season.

Algal biomass was very low and algal assemblages were dominated by chrysophytes and cryptophytes. Zooplankton biomass was also low, far lower than those reported for smaller Yukon lakes. The growing season mean zooplankton biomass was significantly correlated to total nitrogen but not to total phosphorus, perhaps reflecting nitrogen incorporation into zooplankton protein. (*Kirkland*, *Gray*)

LAKE RESTORATION

Kootenay Lake. Many of the important recreational and fisheries lakes in southern British Columbia have undergone nutrient eutrophication, a process often complicated by upstream hydro impoundment activities. One of the most important of these intermontane systems is Kootenay Lake in southeastern British Columbia. A large study in the mid-1970s by

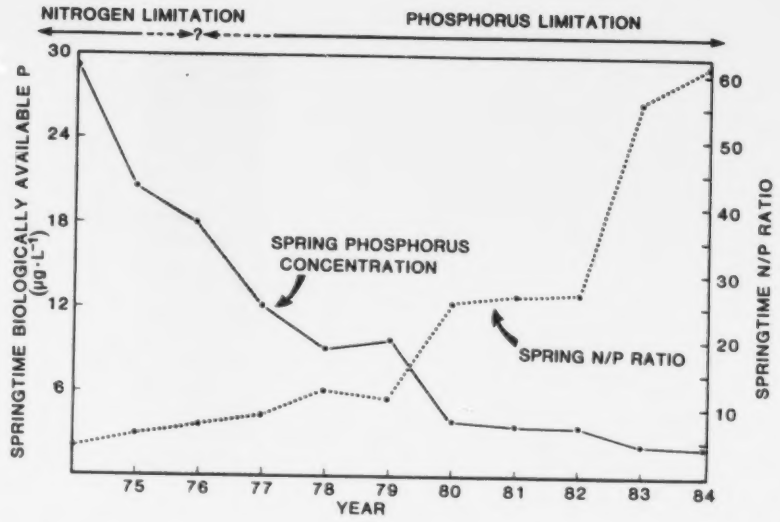


Figure 29. Springtime SRP concentrations and inorganic N/P ratios in Kootenay Lake, B.C., 1974–1984.

this Branch described the effects of phosphorus pollution and its subsequent removal on the lake. The report warned that the combined effects of nutrient removal and upstream impoundments could possibly impoverish the lake to the point that fishery productivity might decline significantly. Recent (1983–85) B.C. Fisheries Branch data now suggest that kokanee and rainbow trout populations may indeed be declining. As a result, an in-depth re-examination of historical data on nutrients, phytoplankton and zooplankton was undertaken in an attempt to link declining nutrients and fish productivity.

Despite a tenfold decline in average water-column phosphorus concentrations over the last 10 years (Fig. 29), average chlorophyll levels have declined by only 20% to 50% (Fig. 30). In addition, the annual average biomass crops of herbivorous zooplankton and of *Mysis relicta*, an introduced invertebrate predator, while variable, also showed no downward trends (Fig. 30). The apparent lack of biological response to phosphorus reductions is explained partly by changes in N:P ratios. At the peak of the P pollution, N:P ratios were below 1, and phytoplankton biomass was strongly N-controlled. Hence, large decreases in P were required to bring springtime N:P ratios back above 10, where P control could be re-exerted. This did not occur until early 1980. Second, there is indirect evidence that epilimnetic phosphorus recycling efficiency has increased as spring P concentrations have declined, so that growing season productivity remained essentially N-controlled even at higher N:P ratios. Under these conditions, large decreases in zooplankton standing crop would not be expected. Therefore, the decreases in fish stocks if confirmed cannot be directly ascribed to a general decline in lake productivity. Proposals for large-scale, long-term aerial fertilization of the lake were rejected as too risky and cost-ineffective. (*Daley, Gray*)

Wood Lake. The sources of soluble reactive phosphorus (SRP) and dissolved inorganic nitrogen (DIN) to the trophogenic zone of Wood Lake during the growing season were evaluated with a new accounting procedure. The external loading (fluvial, atmospheric, groundwater) and hypolimnetic flux were compared with the starting load during four intervals of the growing season (Fig. 31). The starting load was the

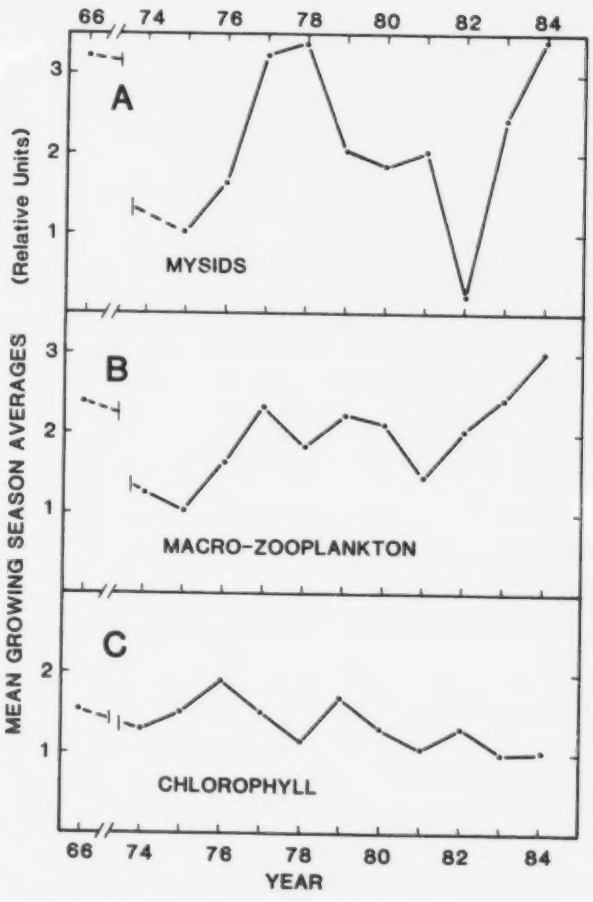


Figure 30. Relative changes in average growing season standing crops of *A* – mysids, *B* – macro-zooplankton and *C* – algal chlorophyll, in Kootenay Lake, B.C., 1966–1984.

co ntent of SRP or DIN in the trophogenic zone at the beginning of each interval. This analysis highlighted the dominance of the starting load in spring and the hypolimnetic flux in late summer and fall. The analysis was useful from a water management viewpoint because it demonstrated that the midsummer blue-green algal bloom was dependent on the starting load of SRP in early summer. This component could be reduced considerably if the spring diatoms were able to take up more SRP and then transport the phosphorus to the hypolimnion. Fertilization of the spring bloom with nitrate was therefore recommended. (*Gray, Kirkland*)

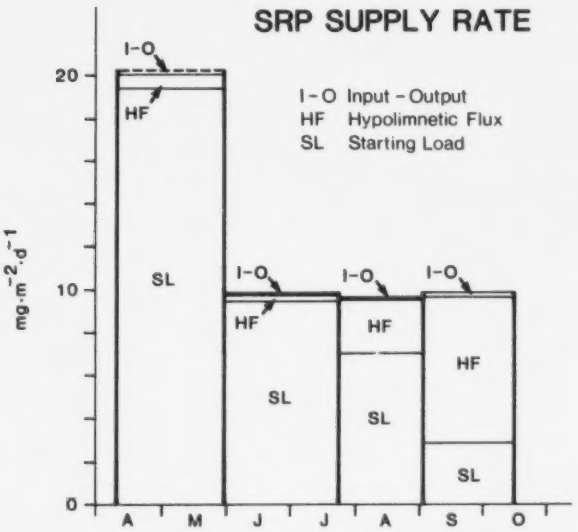


Figure 31. Daily areal supply rate of soluble reactive phosphorus for the trophogenic zone of Wood Lake, B.C.

ADVICE TO MANAGEMENT

Over the last two years, Branch scientists have provided expert advice and technical information to the following organizations:

(a) British Columbia Ministry of Environment, Fisheries Branch, on the feasibility of fertilizing Kootenay Lake and on the limnological status of the lake
(b) British Columbia, Ministry of Environment, Water Management Branch, on loading objectives for six Okanagan Valley lakes using a model developed by Dr. B. Kenny, NWRI, Western and Northern Branch
(c) British Columbia, Ministry of Environment, Water Management Branch, on evaluating the effectiveness of iron chloride treatment of Wood Lake to decrease phosphate levels
(d) British Columbia, Ministry of Environment, Waste Management Branch, on a monitoring schedule and parameters for a model to determine the response of Skaha Lake to various sewage treatment options
(e) Environmental Protection Service on the limnological impact of the Quinsam open-pit coal-mine development on Vancouver Island
(f) Environmental Protection Service and DIAND on the results of a reconnaissance of the downstream effects of effluent from the Whitehorse City sewage treatment plant. Tertiary treatment was judged unnecessary at this time.

Staff scientists have also reviewed journal papers and research proposals and acted on student thesis committees.

STAFF LIST*

Branch Chief — Dr. R.J. Daley
Office Manager — Ms. S.E. Roberts

Researchers

Dr. M.L. Bothwell	biological limnology
Dr. E.C. Carmack	physical limnology
Dr. C.H. Pharo	geophysical limnology
Mr. C.B.J. Gray	chemical limnology
Mr. S. Jasper	biological limnology
Mr. R.A. Kirkland	chemical limnology
Mr. R.C. Wiegand	physical limnology

Technical Staff

Ms. V.A. Chamberlain
Mr. E.W. Marles
Ms. K.E. Suzuki

* Due to the Branch relocation to Saskatoon, information with respect to the degrees held by staff members was unobtainable at the time of publication.

COMMITTEE MEMBERSHIP

C.H. Pharo
- Regional Inland Waters Directorate Health and Safety Committee — Chairman
- DOE Diving Safety Committee
- IJC Flathead International Study Board — Secretary

R.C. Wiegand
- Regional EDP Users Committee

PUBLICATIONS

Alford, M., and **E.C. Carmack.** 1986. Observations on ice cover and streamflow in the Yukon River near Whitehorse during 1983/84. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 152. In press.

Alford, M., and **E.C. Carmack.** 1986. Observations on ice cover and streamflow in the Yukon River near Whitehorse during 1984/85. Envrionment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 155. In press.

Alford, M., E. Marles, and **E.C. Carmack**. 1985. An open terrain sled for use on ice-covered lakes. IWD Regional Rep., Vancouver, B.C., 8 pp.

Bothwell, M.L. 1985. Phosphorus limitation of lotic pheriphyton growth rates: An intersite comparison using continuous-flow troughs (Thompson River System, B.C.). Limnol. Oceanogr., 30:527–542.

Carmack, E.C. 1986. Circulation and mixing in ice-covered waters. In *Air-Sea-Ice Interaction*, N.J. Untersteinter (ed.), NATO Advanced Studies Institute Series, Plenum.

Carmack, E.C., and **M. Alford.** 1985. Factors leading to a mild breakup of the Yukon River near Fort Selkirk. IWD Regional Rep., Vancouver, B.C.

Carmack, E., and **M. Alford.** 1985. Preliminary results of studies on the mid-winter streamflow and ice regime of the Thirty Mile Reach of the Yukon River: Observations in 1985. IWD Regional Rep., Vancouver, B.C.

Carmack, E.C., R.C. Wiegand, C.B. Gray, R.J. Daley, C.H. Pharo, and **S. Jasper.** 1986. Mechanisms influencing the circulation and distribution of water masses in a medium residence-time lake. Limnol. Oceanogr. In press.

Carmack, E.C., R.C. Wiegand, E.W. Marles, M. Alford, and **V.A. Chamberlain**. 1986. Physical Limnology of an Ice-Covered Lake with Through-Flow: Lake Laberge, Yukon Territory. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 157. In press.

Jasper, S., M.L. Bothwell, and R. Mitchell. 1984. A multiple trough apparatus for year-round studies of periphyton. IWD Regional Rep., Vancouver, B.C., 16 pp.

Kirkland, R.A., and **C.B. Gray**. 1986. Reconnaissance of the chemical and biological limnology in four large lakes of the Yukon River Basin. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 153. In press.

Marles, E.W. 1985. Limnological survey techniques from small aircraft. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Tech. Bull. No. 139, Ottawa, 33 pp.

Wiegand, R.C., and **E.C. Carmack**. 1986. The climatology of internal waves in a deep temperate lake. J. Geophys. Res. In press.

Wiegand, R.D., and **V.A. Chamberlain**. 1986. Internal waves of the second vertical mode in a stratified lake. Limnol. Oceanogr. In press.

The Western and Northern Branch of the National Water Research Institute serves the research needs of the three Prairie provinces and the Northwest Territories. Increasing economic growth and the generally poor quality of water in many prairie communities are causing renewed attention to the historic water supply-demand imbalances in Western Canada. Potential expansion of irrigated and dryland agriculture, increasing demands for water diversion, and the continued development of resource industries and related industrial complexes are raising serious concerns over water supplies and the potential problems of toxic chemicals in western drainage systems. Potential megaprojects in the Mackenzie River Basin are also generating concern for the future of northern drainage systems. These developments are occurring at a time when the federal government is espousing the principles of sustained development without damage to ecological stability.

During the past year research was carried out on the rivers and lakes of the Qu'Appelle Valley (Saskatchewan), Southern Indian Lake and its related reservoirs (northern Manitoba), and the Saskatchewan and Mackenzie River systems. Our activities strike a balance between the practical concerns of toxic substances and the fundamental understanding of nutrient and contaminant behaviour in prairie lakes and rivers. This blend of research achieves the dual objective of appropriate response to regional concerns and the increase of knowledge necessary to meet the long-term objectives of DOE in this region.

TOXIC CONTAMINANTS

Mackenzie River Study. Complaints of fish stock degradation together with increasing mining and hydrocarbon developments in the Mackenzie Basin led to a request for research evaluation of organic and inorganic pathways in the Mackenzie River. A synoptic sampling program was completed during summer discharge conditions in 1985; a high flow sampling program is scheduled for July 1986. The NWT Program Office, NWRI-Winnipeg and the Environmental Contaminants Division of NWRI-CCIW are co-participants. (*Ongley*)

Saskatchewan Basin Study: North Saskatchewan River. The rationale and technology developed for the Tobin Lake Project have been extended to the North Saskatchewan River to study the pathways, fate and ecological impact of contaminants in prairie river systems. The purpose of this study is to develop a rational and cost-effective approach for assessing the impact of toxic substances by (1) determining the presence and significance of toxic substances in water and sediment (suspended and bottom) samples from selected locations in the North Saskatchewan River using nematode and bacterial bioassay techniques and by surveying the responses of benthic communities; (2) evaluating the biogeochemical processes involved in the spatial and temporal degradation of selected organic contaminants as downstream recovery occurs; (3) determining the relative contributions of point and non-point sources of contamination to aquatic systems and assessing the role of the hydrologic regime in the transport of water- or sediment-bound contaminants; and (4) evaluating the ecological impact of selected organic contaminants or benthic organisms. *In situ* determination of chemical stress by benthic organisms (ecotoxicology) may prove more realistic for environmental impact assessment purposes than bacterial or other standard tests for toxicity which are not realistic surrogates of prairie aquatic systems.

The river was divided into nine approximately equidistant sections reflecting point sources, tributary inputs and existing monitoring sites. Each section was sampled in replicate for water, suspended solids and (when possible) bottom sediments. Sampling was conducted during low flow in August 1983 and again during high flow in June of 1984.

The 1983 summer low flow data for physical, nutrient and metallic variables have been made available in an interim report (Ongley, 1984). An end-of-year report for the Toxic Chemicals Management Program (Ongley *et al.*, 1985) will contain spring 1984 data, plus selected organic chemistry, comparative results of nematode bioassay of water versus suspended sediments, and biological species lists from selected sites.

The program has broad relevance to toxic chemical management, both in terms of environmental sensing procedures and control protocols in river and river-lake systems of Canada. It is anticipated that this study will lead to improved monitoring strategies by federal and provincial agencies. (*Ongley*)

The Saskatchewan Basin Study: Tobin Lake. Tobin Lake is a primary sink for residues from pesticide-derived compounds, industrial waste products and other potentially toxic environmental contaminants from throughout the greater prairie region. Chemical properties of individual pollutants are modified and integrated through physical, chemical and biological processes to the extent that the total effect of a large number of minor pollutants may be as great as, or greater than, that of single major pollutants. The objectives of the Tobin Lake study were (1) to establish the relationship between morphological deformities in Chironomidae (Diptera) larvae and contaminant levels in aquatic environments and (2) to develop a "biological screening tool" to detect the presence of toxicants and assess their cumulative effect in aquatic ecosystems.

The potential for deformities in chironomid larvae is immense and the number of responses to chemical stress is great. Deformities may range from mildly abnormal mouthparts (Fig. 32) to grotesque thickening and fusing of all body structures. To date, the usefulness of these deformities as a tool for monitoring environmental contaminants has been limited by the lack of comparable data from stressed and unstressed populations and the lack of standardized procedures and terminology.

Indices based on the incidence and severity of deformation in the antennae of *Chironomus* larvae show that antennae are very sensitive to low-level, chronic contamination. Antennal deformities (Fig. 33) range from simple reduction in length of individual segments to fusion, deformation or loss of all ancillary structures or segments. In comparatively uncontaminated

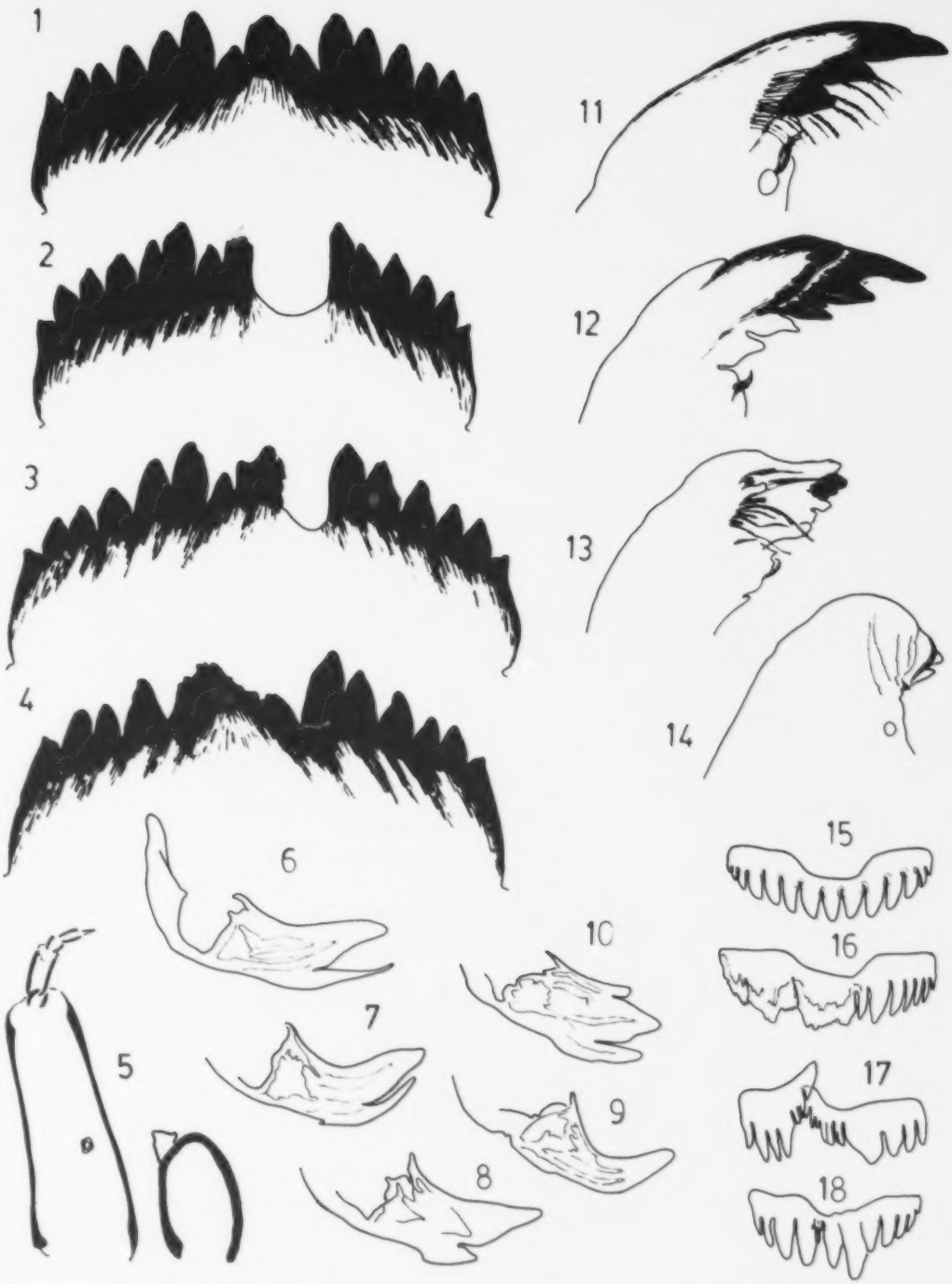


Figure 32. Morphological deformities in the mouthparts of *Chironomus* Meigen: *1* – normal and *2, 3, 4* deformed menta; *5* – normal and deformed antennae; *6* – normal and *7, 8, 9, 10* deformed premandibles; *11* – normal and *12, 13, 14* – deformed mandibles; *15* – normal and *16, 17, 18* deformed epipharyngeal pectin.

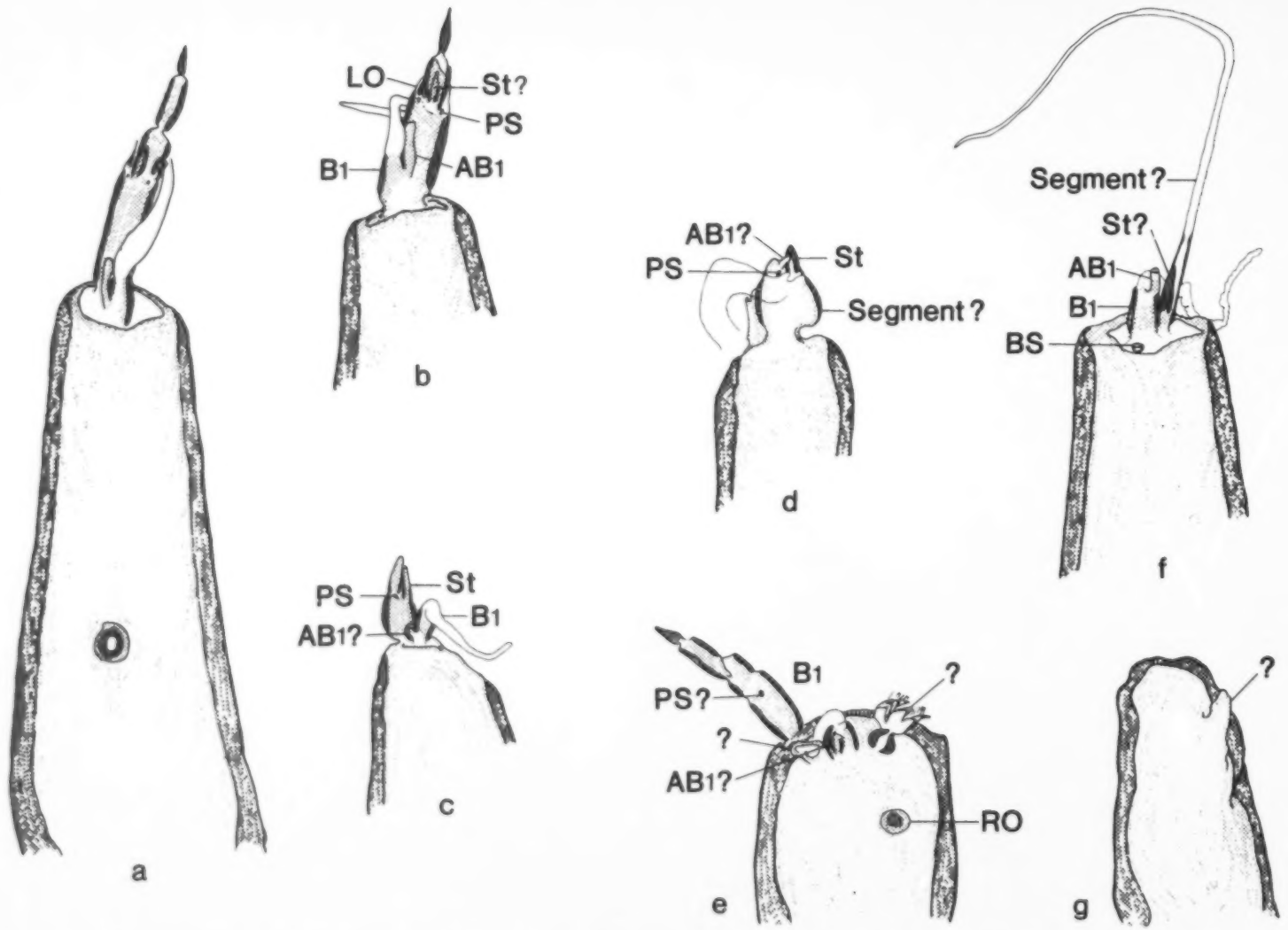


Figure 33. Deformed antennae of *Chironomus* Meigen. (*a*) Normal antennae. Deformed antennae showing: (*b,c*) loss of distal segments; (*d*) questionable second segment; (*e*) displacement of blade (B1) and accessory blade (AB1), unknown structures and reduced length; (*f*) fusing of segments and displacement of peg sensillum (PS); (*g*) fusing of apex of basal segment, loss of ring organ (RO) and unknown structures. Other structures are (LO) organs of Lauterborn, (DP) digitiform processes, (BS) basiconic sensillum. Nomenclature after Warwick (1980). St = style.

areas of Last Mountain Lake, the incidence of deformed antennae was 1.19%; in contrast, the rates were 8.43% and 6.97% in contaminated Tobin Lake. The index of severity of antennal deformation (ISAD) shows the same trends ranging from 0.12 in Last Mountain Lake to 1.64 and 1.19 in Tobin Lake Sites V and VI, respectively. Preliminary experimental data show that both indices decrease as concentration of contaminant increases. These data suggest that the ability of antennae to respond to higher concentrations of contaminants is rapidly saturated and the response is shifted toward the more heavily sclerotized structures of the chironomid head capsule. The inverse relationship between deformed antennae and toxic concentrations indicates the sensitivity of chironomid antennae to low levels of contaminants and suggests increased larval mortality at higher concentrations. Research on the significance of other deformities in the larval head capsule and body is continuing and will eventually be included in an overall biological index for monitoring aquatic contamination. (*Warwick*)

The Qu'Appelle River Study. Concern has been expressed about mercury levels in the Moose Jaw River — Qu'Appelle River-Lake system. The objective of the study was to investigate biogeochemical pathways of mercury and other heavy metals in the river-lake system.

Research revealed that mercury concentrations increased in the river systems below the cities of Moose Jaw and Regina. Microbial methylation of mercury is strongly stimulated by nutrients from sewage effluents and algal blooms — especially at certain times of the year such as autumn when river discharge is greatly reduced (Fig. 34). Methylation apparently is controlled primarily by trophic conditions, rather than by the amount of inorganic mercury from which methyl mercury is synthesized. During the spring flood, when discharge is high and nutrient levels low, methyl mercury levels were low despite high inorganic mercury levels.

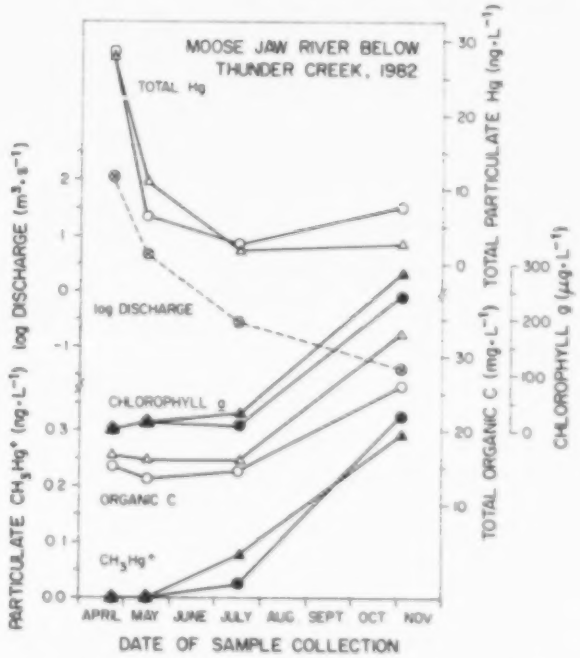


Figure 34. Physical and chemical parameters associated with mercury methylation in the Moose Jaw River at Moose Jaw, Saskatchewan.

The two-year project is now complete. A paper on this work was presented at the Environmental Contaminants International Conference (London, England) and an abstract published in the conference proceedings. A draft manuscript has been prepared for publication. (*Jackson*)

The Southern Indian Lake–Notigi Reservoir Study: Methylation and Demethylation Processes. Mercury levels in fish from Southern Indian Lake–Notigi Reservoir system rose to undesirable levels as a result of the Churchill-Nelson River Diversion. The purpose of the study was to investigate the effects of environmental changes on the microbial methylation and demethylation of mercury in the sediments from former lake basins flooded by impoundment.

Sediment samples were collected for chemical analysis and use in a laboratory experiment to investigate the effects of different physio-chemical variables on rates of methylation and demethylation of mercury by sedimentary microorganisms. The research has shown that organic nutrients introduced into the aquatic environment from flooded land have accelerated the methylation of inorganic mercury from natural sources.

Experimental results have indicated that the rate of methylation is optimized by addition of organic and carbonate nutrients and by the exclusion of both oxygen and sulphide. Comparison of methylation and demethylation processes under different physio-chemical conditions showed that the rate of demethylation did not vary, in the presence or absence of oxygen, if organic nutrients were added. Clay minerals had little effect on the rate of methyl mercury production but greatly increased the rate at which the methyl mercury was subsequently broken down. Thus, the study suggests that enhanced aeration and clay deposition could favour demethylation at the expense of methylation. Further research is currently being done on effects of clay minerals, oxides, humic matter and various heavy metals on the methylation of mercury by sedimentary microbes.

The project is now complete. A seminar and abstract were presented at a conference and a work-in-progress meeting conducted by the Steering Committee administering the Canada–Manitoba Mercury Agreement; a draft manuscript for publication and a final report for presentation to the Steering Committee are in preparation. The project was supported by Canada Water Act funds granted under the terms of the Canada–Manitoba agreement and the funds from the Toxic Contaminants Management Program. (*Jackson*)

The Southern Indian Lake–Notigi Reservoir Study: Bioaccumulation of Mercury. Mercury levels in commercial fish catches from the Southern Indian Lake–Notigi Reservoir System rose to undesirable levels following impoundment and flooding under the Churchill–Nelson River Diversion scheme. Two mechanisms are identified in the literature as routes for mercury accumulation in fish: (1) absorption across the gill membrane from water and (2) ingestion of mercury-contaminated food. The objective of this study was to examine some of the factors governing the transmission of mercury to fish via the latter route. Particular attention was given to the effects of mineral sediment accumulation from bank erosion on the availability of mercury to the benthic community, its effect on the size and composition of the community that acts as the medium of transmission, and the effects of growth rates on body burdens of mercury in individual members of these communities.

Samples of benthic communities and bottom sediments were collected from throughout the Southern Indian Lake–Notigi Reservoir System from sites representing a gradient of different physico-chemical changes and analyzed for mercury content. The results suggest that mineral sediment interference reduces the size of benthic communities and slows their rate of growth by restricting the availability of food resources (probably through burial). Organisms with slower growth rates tend to have higher body burdens of mercury, but because the size of the communities is reduced, less mercury is available for transmission up the food chain. In areas where mineral sediments do not interfere with food availability, body burdens are diluted by rapid growth rates. The reduction in individual body burdens, however, is more than compensated for by the greater populations of benthic organisms inhabiting this more amenable type of environment. In the Southern Indian Lake–Notigi Reservoir System, areas in which a large amount of mercury is held within the benthic community correlate with areas in which fish mercury burdens tend to be high. In areas where smaller amounts of mercury are held, fish mercury burdens tend to be lower.

Ancillary work stemming from this research involves an analysis of toxic stress by mercury on the chironomid communities in the different basins. Because of the range of mineral sediment interference created by erosion, the chironomid communities are exposed to a range of mercury contamination. Preliminary evidence shows that deformed chironomid larvae are present in samples from the lake-reservoir system, but at this date, analysis has not reached the point where any definitive statements can be made about the effects of mercury stress on chironomid communities.

Funding for the research on bioaccumulation processes was provided through the Canada Water Act under the Canada–Manitoba Mercury Agreement. (*Warwick*)

EUTROPHICATION

Phosphorus Dynamics. Hypereutrophic lake conditions and nuisance algal blooms frequently make prairie lake waters unsuitable for municipal water supplies or for most recreational activities. The supply of plant nutrients feeding these blooms is difficult to control at the source. Naturally rich prairie soils, agricultural fertilization practices, and resuspension and recycling of nutrients already in the lakes are likely contributors to the algae problem.

In the present study, physical lake characteristics important to mixing and resuspension of bottom sediments in a large shallow prairie lake were examined to identify and quantify their importance in recycling nutrients in prairie lakes. The application of dynamic concepts to the movement of nutrients through lakes forms a complementary second step toward identification of parameters controlling nutrient availabilities. Accurate simulation of the dynamic flow of total phosphorus may allow rapid quantitative evaluation of engineering alternatives for phosphorus control on the prairie lakes.

A numerical model based on the principles of first order linear dynamics was developed to predict total phosphorus in lakes. The model was tested using published data from Lake Washington and showed that lakes respond as a forced system to changes in inflow phosphorus concentrations. It was concluded that the dynamics of total phosphorus in Lake Washington can be adequately represented by the use of two independent phosphorus sinks: the flushing of phosphorus from the lake through the outlet and the sedimentation to the lake bottom.

The theory of phosphorus dynamics was extended to describe the dynamics of total phosphorus in the upper four Qu'Appelle river-lakes (the Fishing Lakes). Although numerical simulation of total phosphorus was hampered by inadequacies in the quantity and quality of available data, the major trends were successfully modelled. The results suggest that the Fishing Lakes are saturated with phosphorus and no net sedimentation of phosphorus has occurred in the ten-year period for which data are available. This work clearly shows the importance of treating lakes as dynamic systems and has considerable potential for application to other locales. (*Kenney*)

Palaeo-Indices of Eutrophication. Palaeo-reconstructions of eutrophication histories have proven valuable to management by presenting the development of eutrophication problems in the historical context. In many cases, however, the "reconstruction" is coloured by the indicator system used and different systems often provide seemingly different stories. This is particularly true of reconstructions based on sediment-borne (benthic) communities and waterborne (planktonic) communities. The purpose of this study was to compare the results provided by the two types of indicator communities and ascertain some of the reasons behind apparent discrepancies.

Sediment samples from the Glenora-B core from the Bay of Quinte, Lake Ontario, were provided to research teams headed by Drs. C.L. Schelske and E.F. Stoermer of the Great Lakes Research Institute, the University of Michigan at Ann Arbor, Michigan, for the measurement of biogenic silica and palaeo-diatom analyses. Warwick (1980) previously reconstructed the eutrophication history of the bay from the same core using subfossil chironomid remains as an indicator system.

Biogenic silica analyses showed that increasing inputs of phosphorus, correlated with cultural development in the bay area, led to the depletion of silica resources in the bay. The process was gradual and offset by silica inputs from tributary sources. In the last seven to eight decades, the pressure on silica resources by phosphorus-stimulated diatom growth became intense and led to silica depletion.

Analysis of subfossil diatom remains indicated that eutrophication of the Bay of Quinte occurred considerably earlier than predicted from subfossil chironomid remains. The discrepancy occurred during a period of rapid mineral sediment accumulation caused by widespread land clearing and erosion which, in turn, caused a period of "artificial oligotrophication" for the benthic community. Comparison of these studies shows that the response of bottom dwelling communities to trophic conditions is mediated by sedimentation processes as postulated by Warwick (1980) in the equation:

TROPHY faunal indices	=	TROPHY productivity indices	–	mineral sediment accumulation

The correlations and comparisons have important ramifications on the interpretation of trophic conditions from contemporary and subfossil community structures. The results of the two studies are presented in Shelske *et al.* (1985) and in E.F. Stoermer, J.A. Wolin, C.L. Schelske and D.J. Conley, "Post-settlement diatom succession in the Bay of Quinte, Lake Ontario," Can. J. Fish. Aquat. Sci., in press.

Research on the Glenora-C core, a companion core to the –B core, is being continued by Dr. B.J. Hahn, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, using subfossil cladoceran remains as the indicator community. (*Warwick*)

PRAIRIE LAKE PHYSICS

Southern Indian Lake. Residence time is a primary consideration in calculating chemical and nutrient budgets in aquatic ecosystems. Previous studies on the vertical temperature structure of Wupaw Bay, Southern Indian Lake, showed that the water column was inversely stratified under winter ice cover. The depth of the inverse thermocline varied monotonically along the length of the bay, with the most rapid change occurring in the channel connecting Wupaw Bay to Southern Indian Lake. Since this condition cannot exist in a static environment, the magnitude of the under-ice circulation was measured to determine its contribution to water, chemical and nutrient budgets.

Using prototype instrumentation, two different methods were employed to measure directly the associated under-ice current. Results indicate that frequency temperature fluctuations and mixing do occur in Wupaw Bay and the magnitude of the current is a significant factor in determining the under-ice residence time of water in the bay. Similar results are to be expected in other lakes and bays with similar morphometry. This work shows the importance of the winter period to redistribution of chemical and nutrient elements vital to the ecology of lakes. Consideration of the impact on the under-ice environment may be necessary for future development and diversion schemes in the North. (*Kenney*)

Lake Manitoba. Physical resuspension of bottom sediments during periods of high wind is thought to be important for nutrient recycling in large shallow lakes. Since conventional sampling techniques usually measure suspended sediments only at the top of the water column, a sampling device was designed to collect suspended sediment samples at closely spaced vertical intervals throughout the water column. The prototype was tested in the shallow southern basin of Lake Manitoba.

The device collected gram quantities of suspended sediment over periods of one month and successfully eliminated the fair weather bias that usually accompanies suspended sediment sampling in lakes. Chemical analyses suggest that resuspended sediment forms a large phosphorus pool which is potentially available to support blooms. Discontinuities in the vertical distribution of the dried mass of resuspended sediments and in the vertical distribution of particle size have important implications for lakewide circulation, the turbulence regime and for the long-range transport and redistribution of sediments in large, shallow lakes.

This device for sampling suspended sediments may have applications for collecting suspended sediments in rivers. (*Kenney*)

STAFF LIST*

A/Chief — Dr. B.C. Kenney

Researchers

Dr. T.A. Jackson	metal biogeochemistry, nutrient geochemistry
Dr. E.D. Ongley	fluvial geomorphology, sedimentology
Dr. W.F. Warwick	paleolimnology, benthic biology

Technical Staff

Ms. C.A. Casey
Mr. J.C. Mollison
Mr. K. Supeene
Mr. J.P. Tisdale

* Due to the Branch relocation to Saskatchewan, information with respect to degrees held by staff members was unavailable at the time of publication.

PUBLICATIONS

Blachford, D.P., and **E.D. Ongley.** 1984. Biogeochemical pathways of phosphorus, heavy metals and organochlorine residues in the Bow and Oldman rivers, Alberta, 1980–1981. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 138.

Jackson, T.A. 1984. Mercury pollution in the Wabigoon–English– Winnipeg River system: Conclusion and recommendations based on results of the two-year joint study by the Governments of Canada and Ontario. In Mercury Pollution in the Wabigoon–English River System of Northwestern Ontario, and Possible Remedial Measures, Tech. Rep., pp. 383–388. Published by Government of Canada and Government of Ontario.

Jackson, T.A. 1984. Effects of inorganic cadmium, zinc, copper and mercury on methyl mercury production in Polluted Lake Sediments. In *Environmental Impacts of Smelters*, J.O. Nriagu (ed.), John Wiley & Sons, pp. 551–578.

Jackson, T.A. Mercury methylation in a polluted prairie river-lake system: Seasonal and regional variations and the role of trophic conditions. Submitted to Can. J. Fish. Aquat. Sci.

Jackson, T.A., J.W. Parks, P.D. Jones, R.N. Woychuk, J.A. Sutton, and J.D. Hollinger. 1984. Dissolved and suspended mercury species in the Wabigoon River (Ontario, Canada): Seasonal and regional variations. In Mercury Pollution in the Wabigoon–English River System of Northwestern Ontario, and Possible Remedial Measures, Tech. Rep., pp. 357–482. Published by Government of Canada and Government of Ontario.

Kenney, B.C. On the dynamics of phosphorus in lake systems. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Sci. Ser. No. 144.

Kenney, B.C. 1985. Dynamics of phosphorus in a chain of lakes: The Fishing Lakes. NWRI, W&NR, unpub. rep., Winnipeg.

Kenney, B.C. 1985. Under-ice circulation in Wupaw Bay, Southern Indian Lake. NWRI, W&NR, unpub. rep., Winnipeg.

Kenney, B.C. 1985. Sediment resuspension and currents in Lake Manitoba. J. Great Lakes Res., 11(2): 85–96.

Ongley, E.D. 1984. Regionalization of water quality in the upper Fraser River Basin, British Columbia: Comment, Water Research, 18: 1059–1060.

Ongley, E.D. 1984. Review of Gregory (Ed.) Background to Palaeohydrology: A Perspective. Hydrol. Sci. J.

Ongley, E.D. 1984. The Saskatchewan River Basin Study: Nutrient and Contaminant Pathways in Prairie Rivers. NWRI – Western and Northern Region, Interim Report, October 5, Winnipeg, 19 pp.

Ongley, E.D. Detergent-phosphorus abatement: Point and nonpoint source basin response in southern Ontario. Environ. Geol. In press.

Ongley, E.D. 1985. Considerations for network design for water quantity and quality surveys in Canada. Canadian Hydrology Symposium - 84 – Proc. Laval University, Quebec City.

Ongley, E.D., and D.P. Blachford. 1984. Tributary effects on mainstream suspended sediment chemistry. Water Pollut. Res. J. Can., 19(1): 37–46.

Ongley, E.D., D.A. Birkholz, J. Carey, and M.R. Samoiloff. 1985. Occurrence and pathways of toxic chemicals in the North Saskatchewan River. NWRI Contribution 85–107, Winnipeg, 30 pp.

Schelske, C.L., D.J. Conley, and **W.F. Warwick.** 1985. Historical relationships between phosphorus loading and biogenic silica accumulation in Bay of Quinte sediments. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42(8): 1401–1409.

Warwick, W.F. 1985. Morphological abnormalities in Chironomidae (Diptera) larvae as measures of toxic stress in freshwater ecosystems: Indexing antennal deformities in *Chironomus* Meigen. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42(12): 1881–1914.

Warwick, W.F. 1985. Morphological deformities in Chironomidae (Diptera) larvae as biological indicators of toxic stress. In Proc. of the International Joint Commission Workshop on Persistent Toxic Substances and the Health of Aquatic Communities, June 18 -21, 1985, Minneapolis, Minnesota.

TECHNICAL OPERATIONS DIVISION

The Technical Operations Division is responsible for a variety of technical support to the field research projects of the Institute. Technical advice and assistance to other federal and provincial departments, agencies, universities and private industries is also provided when possible. Direct technical support was provided to over 70 NWRI studies in each of the last two field seasons including field measurement, sample collection and some analyses of physical, chemical and biological parameters.

The Division arranges for the acquisition and scheduling of research vessels, launches and land sites and coordinates all NWRI field research studies to ensure effective and efficient use of technical staff and materiel and financial resources.

Staff of the Division are responsible for a large inventory of field research-related equipment and provide for the preparation, modification and maintenance of a wide variety of mechanical, electronic and hydraulic sampling and data acquisition systems.

SHIP SURVEY SECTION

Data gathering on the Great Lakes is accomplished using research vessels as sampling platforms. The Ship Survey Section coordinates the yearly scheduling of the vessels and provides logistics, equipment and technical support to all NWRI studies conducted aboard the three research vessels based at CCIW. The area of operations covered by these vessels during the course of the field season was from Duluth, Minnesota, through Lakes Superior, Huron, Erie and Ontario into the upper estuary of the St. Lawrence River, below Quebec City, Quebec.

CSS *Limnos* (Fig. 35). Thirty cruises were completed by the major research vessel CSS *Limnos* in 1984 and 23 during 1985 on Lakes Ontario, Erie, Huron, Superior and the St. Lawrence River. Detailed plans and reports were prepared for each cruise and are available from the Technical Operations Division upon request. A detailed overview of CSS *Limnos* activities can be found in the TOD Annual Activity Summaries for 1984/85 and 1985/86. The multi-disciplinary cruises involved the activities listed below.

CSS *Bayfield*. Most of the work conducted by this ship was in support of Great Lakes Fisheries Research Branch programs. The ongoing Long-Term Biological Index Monitoring Program continued to collect chemical and biological data simultaneously at selected stations from Lake Ontario on a weekly basis. A total of 32 such cruises were carried out during 1984/85 and 24 cruises in 1985/86. Other work carried out by the CSS *Bayfield* included thermal bar studies, benthos sampling, *in situ* toxicity studies, and deployment and recovery of satellite-tracked drogues.

Microbiology samples were collected and processed weekly in support of the Analytical Methods Division study "Microbiology Responses." The two meteorological buoys located in Lake Ontario off the mouth of the Niagara River were monitored regularly.

CSS *Advent* (Fig. 36). During the 1984/85 field season, the CSS *Advent* completed cruises in support of NWRI studies. Eight cruises were conducted on Lake Erie – six in support of the Surveillance Continuity Study to provide historic data suitable for the detection of important changes in Lake Erie, one in

Location	1984/85	1985/86
Lake Ontario	5 – Nutrient assessment studies 5 – Lake Ontario moorings 3 – Long-term bioindex 3 – Persistent organic contaminants 2 – Chemical forms and availabilty of phosphorus 1 – Diurnal rhythms of planktonic iteraticns 1 – Sediment trap moorings 1 – Sediment homogeneity	5 – Open-lake surveillance 3 – Persistent organic contaminants 2 – Lake Ontario moorings 2 – Long-term bioindex 1 – Sediment homogeneity
Lake Erie	4 – Sediment and phosphorus resuspension 2 – Chemical forms and availability of trace metals 1 – Surveillance continuity	5 – Sediment and phosphorus resuspension 1 – Sediment homogeneity
Lake Huron/Georgian Bay	1 – Open-lake surveillance	2 – Open-lake surveillance
Lake St. Clair	1 – Chemical forms and availability of phosphorus	
Lake Superior		1 – Open-lake surveillance
St. Lawrence River		1 – Organic and inorganic contaminants

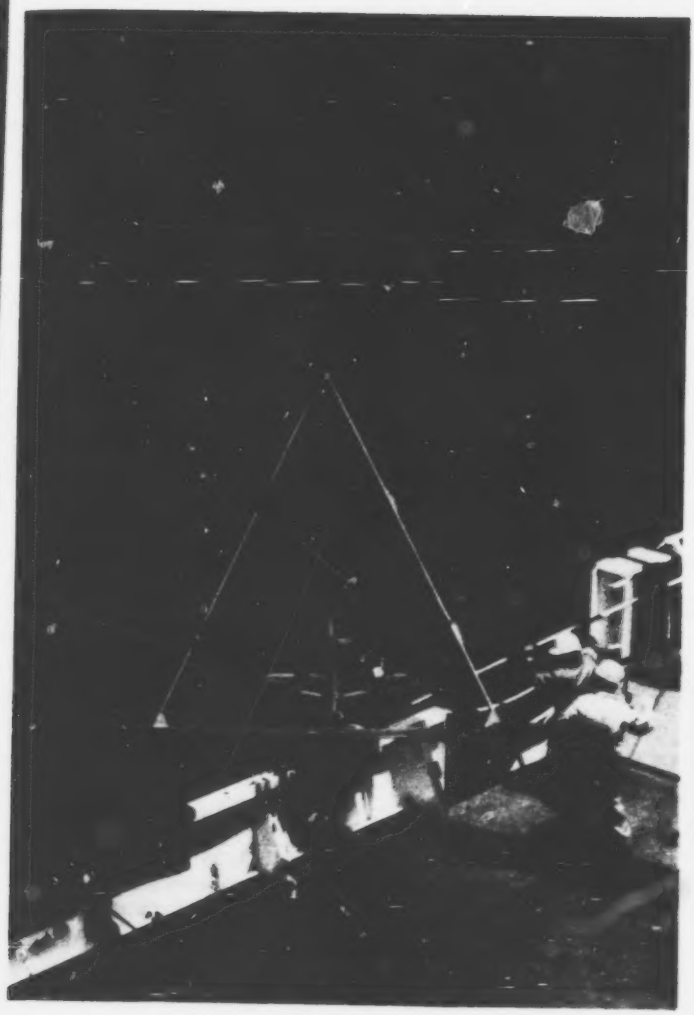


Figure 35. Installing sediment trap mooring from CSS *Limnos*.

Figure 36. Current meter deployment from CSS *Advent*.

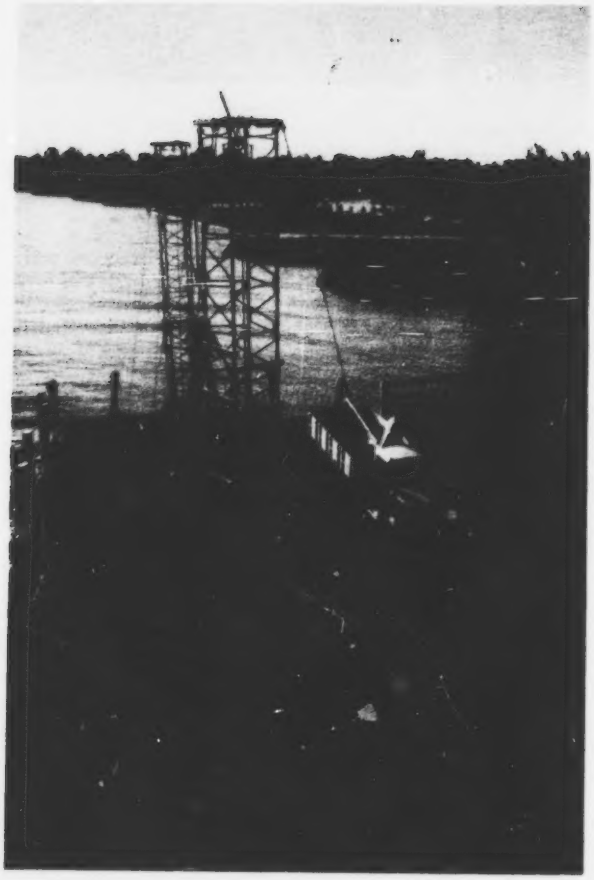


Figure 37. T.O.D. rigger assembles tower from Lake St. Clair study.

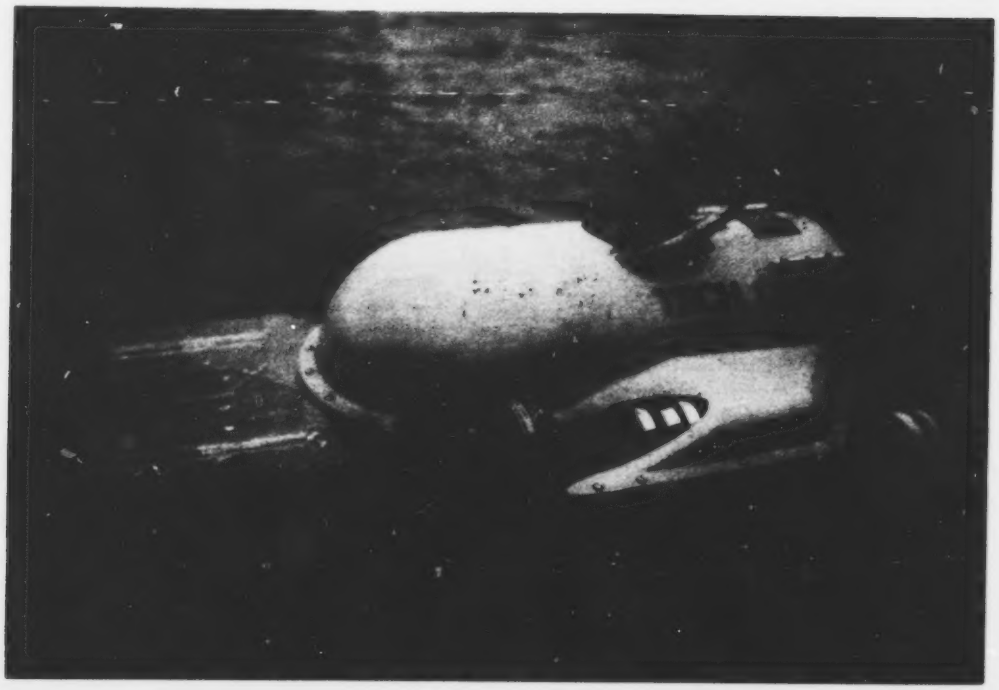


Figure 38. MiniROVER underwater television camera.

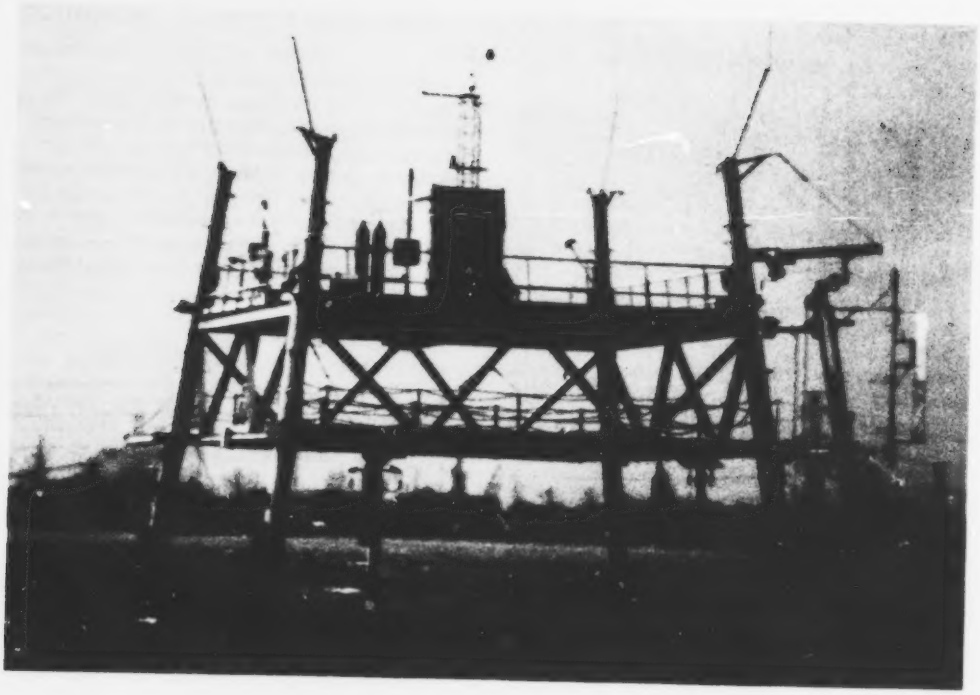


Figure 39. NWRI W.A.V.E.S. tower in Lake Ontario.

support of Sediment and Phosphorus Resuspension and one in support of the Phosphorus Bioavailability Study. Eight cruises were conducted on Lake St. Clair. Seven of these were in support of the Plankton Dynamics Study for the Great Lakes Fisheries Research Branch to study the plankton ecology and dynamics of the lake as well as the impact of contaminants on nanoplankton and picoplankton dynamics; one cruise was conducted on Lake Huron, also in support of the Plankton Dynamics Study.

During the 1985/86 field season, cruises were completed in support of NWRI studies. One cruise was conducted on the St. Lawrence River on Chemical Forms and Potential Availability of Trace Metals which studied contaminants including toxic metal ions arising from sources in Lake Ontario and along the St. Lawrence River. Seven cruises were conducted on Lake Erie – five in support of the Surveillance Continuity Study, one in support of the Bioavailability of Phosphorus Study, and one in support of mooring retrieval with reference to loading from Lake St. Clair. A total of 11 cruises were conducted on Lake St. Clair. These cruises were to provide information on contaminant sources, sinks and historical loading patterns. These cruises also helped to develop a better understanding of factors and chemical properties that control environmental distributions. One cruise was conducted on the St. Clair River in support of the St. Clair River Contaminants Survey to determine the geographical extent of contaminants and localize possible industrial sources of contamination in a 5-km reach of the St. Clair River near Sarnia.

FIELD SURVEYS SECTION

The Field Surveys Section coordinated and provided technical staff and equipment resources in support to NWRI field research studies throughout Canada and provided technical advice, equipment loans and support to many Canadian and U.S. government departments, universities and private sector groups. The Section's four organizational units directly supported many shore and launch-based studies as well as providing on-site technical services such as rigging and diving shops, equipment storage and the NWRI video studio facility. Launches, small boats, field research sites, laboratory trailers, sampling equipment and vehicles were acquired and scheduled for field use. Staff were assigned to a wide variety of survey tasks and geographic locations.

Rigging Unit (Fig. 37). The rigging staff, shop, outdoor compounds and highbay warehouse facilities provided direct and indirect support to most NWRI field activities.

Services were provided at dockside for loading and unloading ships. Buoys, hardware, winches, generators, mooring arrays and other equipment were prepared for the field. Forklift, heavy-truck driving and trailer towing services were provided. Assistance in the field ranged from Saskatchewan to Prince Edward Island. Another major responsibility was the maintenance of NWRI's 25-unit vehicle fleet.

Underwater Operations Unit (Fig. 38). Responsibility was maintained for the safe conduct of all diving operations undertaken by all agencies of DOE and DFO staff at CCIW. The unit maintains close contact with the diving industry and holds a responsible position with the Departmental Committee for Diving Safety which determines and enforces diving policy. The Unit maintains and utilizes a large inventory of specialized research diving equipment, the most notable of which was the remotely operated underwater camera system which was successfully used during the St. Clair River Contaminant Survey. Dive support, training and equipment were provided throughout the past two fiscal years.

Figure 40. NWRI W.A.V.E.S. tower in Lake St. Clair.

Field Stores Unit. This unit maintained, issued and received a store of field sampling and support equipment. The inventory of over 500 line items was in constant use by field staff of NWRI and, as approved, by staff of the other components of CCIW. The scheduling and issue of five vehicles for short-term use by NWRI staff was also provided.

Field Operations Unit (Figs. 39, 40). During each of the fiscal years 1984/85 and 1985/86, support was provided to 50 NWRI studies and 15 additional requests from outside agencies. Detailed reports are available for all projects supported by the Unit. Staff supported field studies in all provinces and territories, and are trained and experienced in a wide variety of survey methodologies. The Unit conducted operations from small boats and launches, helicopters and fixed-wing aircraft and, during winter, over-ice operations were conducted using snowmobiles and all-terrain vehicles.

The Unit is also responsible for the maintenance and issue of all coring equipment for NWRI. Technical advice, training and equipment loans are regularly provided to other federal and provincial governments, universities and private industries.

LIMNOLOGICAL INSTRUMENTATION SECTION

The instrumentation support group provides modification and maintenance of all shipboard electronic data acquisition systems. They are also responsible for the preparation and maintenance of current meters, temperature recording systems, meteorological recording systems, and electronic navigational devices. In fiscal year 1985/86, a major modification was performed. The existing shipboard EBT system was integrated to a transmissometer sensor head to form an EBT/Transmissometer system (EBT²). This system was used and field-tested during the latter part of the season.

STAFF LIST

Chief — H.B. Macdonald
Secretary — S. Mitchell
Administrative Officer — C. Kennedy

Field Surveys Section
Head
W.B. Taylor

Field Operations Unit
Head
M.R. Mawhinney
C. Bisutti
T.J. Carew
Y. Desjardins
E.H. Walker
G.D. Bruce

Field Stores Unit
W.D. Hunt

Rigging Unit, Head
L.J. Lomas
H.E. Greencorn
G.M. Perigo

Underwater Operations Unit
F.H. Don

Limnological Instrumentation Section, Head
J.A. Diaz

Current Meters and Data Abstraction
J.A. Tyler

Field Instruments and Meteorological Systems
E.G. Smith

Ship Survey Section, Head
P.M. Healey

CSS *Limnos*
B.H. Moore, O.I.C.
L.E. Benner
K.J. Hill
J.A. Kraft, B.Sc.
G.G. LaHaie
J.E. Tozer

CSS *Bayfield*
P.R. Youakim, B.Sc., M.Sc.

CSS *Advent*
S.B. Smith
R.J. Hess

STAFF SERVICES DIVISION

Staff Services Division (SSD) is the lead agency for the provision of administrative, financial, property management, materiel management and records management services to all Environmental Conservation Service (ECS) elements, as well as those of the Environmental Protection Service (EPS), located at the Canada Centre for Inland Waters (CCIW). In addition, common support services are provided to those agencies of the Department of Fisheries and Oceans (DFO) and the Department of Supply and Services (DSS) located at CCIW.

ADMINISTRATION SECTION

This Section is responsible for providing administrative and financial support to all NWRI Divisions. It also provides various administrative services to the Director, including the rollup of Institute Study Plans, Long-Term Operational Plans and Work Plans, and subsequent quarterly reports to HQ on the Work Plans. As well, it provides Institute-wide functions such as compiling the Conference Travel Plan; chairing the Contracts Review Committee, the CCIW Safety Committee, the CCIW Cafeteria Committee and membership to the IWD Information Technology Committee; providing information in accordance with the Access to Information legislation; preparing and analyzing monthly reports on the utilization of the Institute's person-year resources; liaising and coordinating all personnel-related activities with the DOE Burlington Personnel Office; devising and implementing office automation procedures; providing supervisory functions to all Wang users in ECS components at the CCIW; and coordinating the Canada Savings Bond Drive and the United Way Campaign.

This year a new contract was written for the word processing/ office information equipment, upgrading the central processing system to allow for scientific word processing, faster response time, and additional ports for an expected extension to the system.

A contract was let this year to provide work experience for two handicapped individuals. The original intent of the contract was to provide internal mail delivery service. However, this contract has been so successful that the two contract employees have been assigned other tasks, both inside and external to the Central Registry. As a result of this contract, CCIW has been awarded the "Employer of the Year Award" by the Ontario Association for the Mentally Handicapped.

This Section coordinated the CCIW Open House '85 held April 18–21, 1985. Approximately 30 000 people visited the Centre for what was clearly a most successful venture. Visitors were unanimous in their praise of the friendly reception they received and the quality of the exhibits.

A reference manual was written on the subject of Administrative, Financial and Materiel Management Procedures to provide the Pacific & Yukon and Western & Northern detachments with guidelines on how administrative and financial tasks would be carried out by the Burlington Office this fiscal year.

Visits were organized throughout the year for local public interest and educational groups. Of particular note was a visit from the Bobingen, West Germany, School Band. A presentation of the CCIW Slide Show and tour of the Centre took place, which was facilitated by German-speaking NWRI staff accompanying the visitors.

The word processing shared resource centre provided support to four research divisions (AMD, APSD, AED and ECD) and the Director's Office staff as well as telecommunications support to the Institute and its detachments in Vancouver and Winnipeg.

The Safety and Security Unit of this Section provided St.John Ambulance first aid and Cardio Pulmonary Resuscitation training courses for staff members. Fire drills were held as well as testing of the emergency voice alarm system.

BUILDING AND PROPERTY SERVICES SECTION

This Section is responsible for the physical operation and maintenance of the buildings, intrinsic equipment and the grounds, roadways and parking lots within the confines of the complex. It also provides technical assistance and advice concerning alterations, modifications or equipment installation for all on-site agencies. Finally, it is responsible for the telephone (voice and data) system throughout the complex.

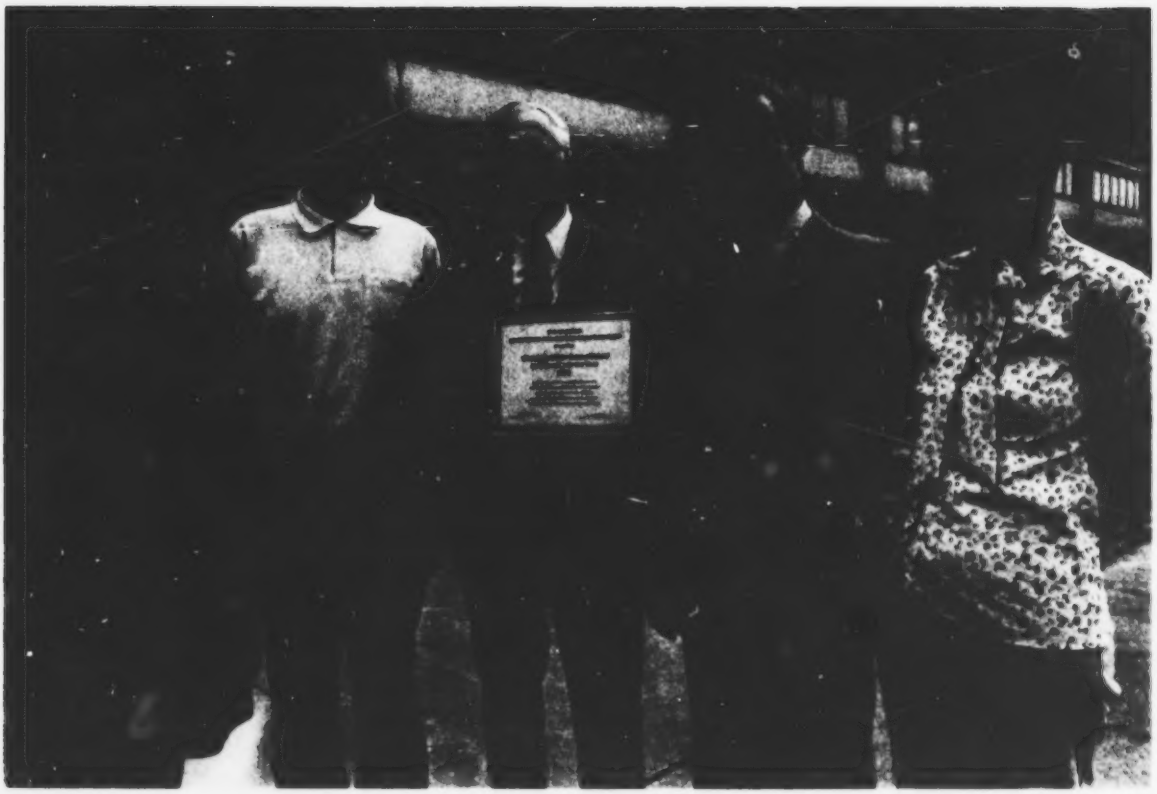
Major projects this year include (1) installation of the new SL-1 voice and data system for all units in the complex; (2) installation of a new water disposal method resulting in major yearly recurring savings on sewage surcharges; and (3) implementation of several energy conservation initiatives that have drastically reduced power and water costs.

MATERIEL MANAGEMENT SECTION

This Section is responsible for providing, on a day-to-day basis, procurement, inventory control and assets management, disposal, warehousing and stores and shipping/receiving services to all ECS agencies located at the CCIW. Highlights of this year's work include (1) implementation of the Automated Procurement Information System; (2) computerization of materiel receipts in the Warehouse Receiving Area, resulting in a more timely payment process in the Finance Section; and (3) automation of the NWRI inventory, enabling updating to the ECS Automated Inventory to be done through the Wang telecommunications mode.

FINANCE SECTION

The Finance Section provides centralized computer accounting services for all ECS units at CCIW (NWRI, Inland Waters Directorate–Ontario Region, and the Water Quality National Laboratory). It also provides the accounting function for funds provided by the Regional Director General, Ontario Region, for the Great Lakes Water Quality Agreement. In addition, the Section is responsible for providing liaison between other government departments (federal, provincial and municipal) and suppliers with regard to payment of accounts



Mr. J.D. Smith accepts "Employer of the Year Award" from Mr. J.R. Brokenshire of the Ontario Association for the Mentally Handicapped. *Left to right*: Mrs. E. Rae, Supervisor, Mr. Philip Clark, J.D. Smith, J.R. Brokenshire, and Miss Susan Robertson.

and contracts. The Finance Section participates in the Institute's planning process by completing the annual rollup of Financial and Human Resource Plans and the Institute's Main Estimates.

LIBRARY SECTION

This Section provides library services and facilities to all agencies located at the CCIW in support of their research and survey programs. In addition to the day-to-day functions, the following tasks were undertaken this year: (1) conducted a review of library services/operations by completion of a "User Satisfaction Analysis" and on-site visits to research libraries at Atmospheric Environment Service (Toronto) and Bedford Institute of Oceanography (Halifax) from which resulting recommendations were implemented to enhance the CCIW library services/operations and (2) maintenance and practice training sessions of the Library Disaster Plan. Since its inception, several government and private agencies have requested a copy of this plan.

CENTRAL REGISTRY SECTION

Central Registry provides mail services to all in-house occupants as well as registry facilities for NWRI, Inland Waters Directorate–Ontario Region, and the National Water Quality Laboratory. Telex, telecopier and photocopying services are provided for the Centre. This Section also provides an information service to other government departments and agencies and the general public, providing information on an informal basis or referring inquiries to the proper authority.

STAFF LIST

Chief — J.D. Smith, C.D.
Secretary — H. Zrostek
Administrative Officer — C. Kennedy

Administration Section

F. Boyd, Administrative Officer, AED/ECD
C. Kennedy, Administrative Officer, SSD/TOD
J. Major, A/Administrative Officer, AMD/APSD
S. Hicks, A/Administrative Officer, HD
E. Jones, Word Processing Operator
A. Caswell, Word Processing Operator

Building and Property Services
Head
D.F. Stewart

Support Staff
J.C. Stewart, C.D.

R.J. McCurdy
G. Johnstone
K.R. Taylor
K. McCutcheon
F. Adams
A.K. Allaby
A. Cruz
J.P. Denomme
W.A. Johnson
T. Comiskey
S. Wynne

Materiel Management
Head
D.A. Burton, C.D.

Support Staff
S.E. Hicks
J.P. Mellon
M.A. Eadie
W. Coventry
M. Ross

Finance Section
Head
J.A. Jagoe

Support Staff
Y.E. Hutton
B. Titley
E.A. Wendel
D.G. Jefferson
R.J. Haswell
S. Westmoreland

Library Section
Head
E. Dowie, B.A., B.L.S., M.L.S.

Support Staff
P. Bennett
K. Finch
M. Sinclair
E. McCallum

Central Registry Section
Head
E. Rae

Support Staff
M. Solvason
J. Sims
K. Cameron

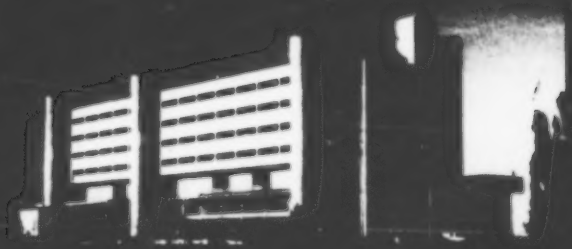
Environnement Canada

Environment Canada

Institut national de recherche sur les eaux

1985–1986

Rapport annuel



Rédacteur : J. Lawrence

Groupe de production : J. Andrews
J. Burford
W.D. Finn
P.C. McColl
S. Ponton

Photographie de la page couverture par P.C. McColl

Publication available in English on request

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX

Rapport annuel
1985-1986

Institut national de recherche sur les eaux
Direction générale des eaux intérieures
C.P. 5050
Burlington (Ontario) Canada
L7R 4A6

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX

AVIS

Avis est par la présente donné que le fait de mentionner quelque produit ou matériel que ce soit dans cette publication ne doit pas être interprété comme une indication que l'INRE approuve, recommande ou endosse de quelque façon ledit produit ou matériel. Il ne sera fait aucune mention de l'INRE ou de la présente publication dans toute réclame, promotion de vente, tous rapports ou autre matériel écrit ou sous forme de graphiques, qui pourraient indiquer que l'INRE approuve, recommande ou endosse quelque produit ou matériel mentionné ici ou ayant comme but l'intention d'utiliser le nom de l'INRE ou de cette publication directement ou indirectement comme un moyen pouvant causer, aider ou appuyer la vente ou l'emploi de tel produit ou matériel annoncé de cette façon.

* Photos de couverture : Photos du Centre canadien des eaux intérieures et du CSS *Limnos (courtoisie de J. Dolanjski)*

Publié avec l'autorisation
du ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1986

No de cat. En 36-412/1986F

ISBN 0-662-94008-3

TABLE DES MATIÈRES

Page

AVANT-PROPOS 1

ORGANIGRAMME DE L'INRE 2

SOMMAIRE 3

BUREAU DE DIRECTION 8
- Chargé de recherche 8
- Liaison scientifique et coordination 8
- Conseiller principal en gestion de la recherche 8
- Centre de collaboration de l'OMS sur la qualité des eaux de surface et souterraines 8
- Études de l'habitat du poisson 9
- Projet spécial : étude sur la pollution de la rivière Sainte-Claire 9

- Liste du personnel 10
- Comités dont fait partie le personnel du bureau de direction 10
- Publications 11

DIVISION DE L'ÉCOLOGIE AQUATIQUE 12
- Section de l'impact écologique 12
- Section de la régénération des Grands lacs 14
- Section du cheminement des nutriants 17

- Liste du personnel 18
- Comités dont fait partie le personnel de la Division 19
- Publications 20

DIVISION DE LA PHYSIQUE AQUATIQUE ET DES SYSTÈMES 22
- Section de la limnologie physique 22
- Section de la simulation de l'environnement 24
- Section de la spectro-optique de l'environnement 26
- Section de la gestion des données 27

- Liste du personnel 28
- Comités dont fait partie le personnel de la Division 28
- Publications 29

DIVISION DES CONTAMINANTS DE L'ENVIRONNEMENT 31
- Section du cheminement des matières organiques 31
- Section des propriétés des matières organiques 33
- Section des matières inorganiques 36
- Section des radionucléides 37
- Section des dépôts acides 38

- Liste du personnel 39
- Comités dont fait partie le personnel de la Division 40
- Publications 40

DIVISION DES MÉTHODES ANALYTIQUES 43
Section de la recherche en chimie analytique 43
Section assurance de la qualité et méthodes 46
Section des laboratoires de microbiologie 47
Section de l'informatique 49

Liste du personnel 50
Comités dont fait partie le personnel de la Division 51
Publications 51

DIVISION DE L'HYDRAULIQUE 54
Section de l'hydraulique environnementale 54
Section des phénomènes littoraux 59
Section des services techniques 62
Section des services de génie 62
Section de la fabrication et du développement technique 64
Section des services de dessin 64
Section des services de bureau 65

Liste du personnel 65
Comités dont fait partie le personnel de la Division 66
Publications 67

RÉGION DU PACIFIQUE ET DU YUKON DE L'INRE 70
Liste du personnel 73
Comités dont fait partie le personnel de la Région 74
Publications 74

RÉGION DE L'OUEST ET DU NORD DE L'INRE 75
Liste du personnel 80
Publications 80

DIVISION DES OPÉRATIONS TECHNIQUES 82
Section des études à bord des navires 82
Section des études sur le terrain 84
Section des instruments limnologiques 86

Liste du personnel 86

DIVISION DES SERVICES DU PERSONNEL 87
Section de l'administration 87
Section des services des bâtiments et des biens 87
Section de la gestion du matériel 87
Section des finances 87
Bibliothèque 88
Registre central 88

Liste du personnel 88

Environment Canada | Environnement Canada

Your file / Votre référence

Our file / Notre référence

C'est avec plaisir que je présente ce sommaire sur les réalisations de la recherche à l'Institut national de recherche sur les eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, pour 1985-1986. Les résultats de cette recherche touchent un grand nombre de problèmes d'importance nationale, associés à la protection, à la revalorisation ou à la mise en valeur soutenue de l'eau douce au Canada.

Dans ce rapport, les chercheurs scientifiques rapportent les plus récents progrès dans divers domaines importants, y compris l'évolution et les effets des contaminants toxiques dans l'environnement, le transport à distance des polluants atmosphériques, la prévision des modélisations et le développement des méthodes analytiques. La recherche embrasse l'ensemble des disciplines scientifiques reliées à la limnologie des lacs et des cours d'eau.

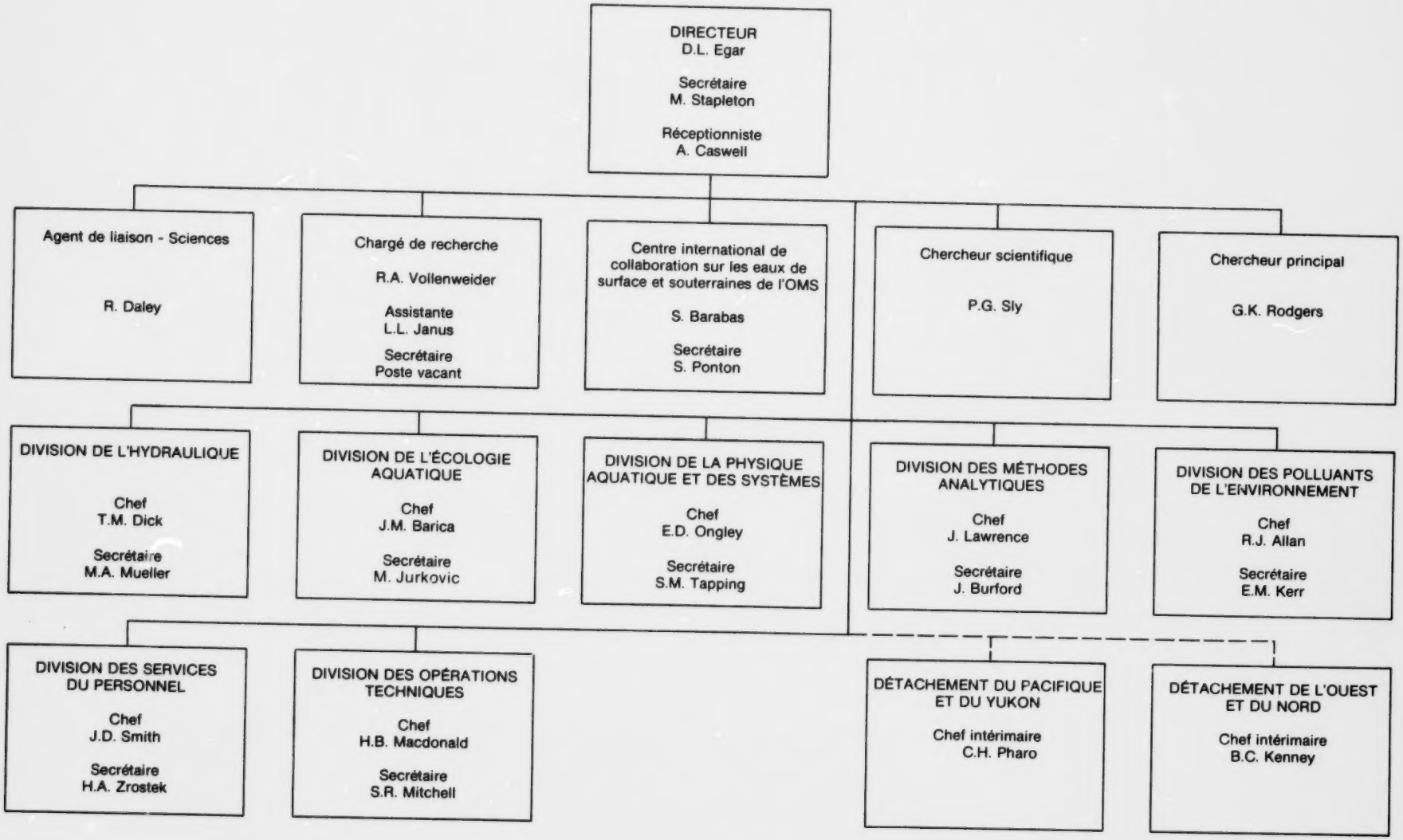
L'Institut est conscient de son rôle scientifique et de sa responsabilité sociale. Les résultats de sa recherche constituent un témoignage de l'effort et du talent de son personnel qui se voue à faire avancer et à communiquer ses nouvelles découvertes scientifiques et à les mettre en oeuvre. J'ose espérer que ces connaissances seront utiles pour la présente gestion des ressources en eau intérieure du Canada.

Le directeur,

D.L. Egar

Canada

ORGANIGRAMME
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX



Voici le sommaire des réalisations de la recherche à l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE), Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, pour les années financières 1984-1985 et 1985-1986. L'Institut, situé au Centre canadien des eaux intérieures à Burlington (Ontario), effectue des recherches originales sur les problèmes d'importance nationale reliés à l'eau douce au Canada. Les connaissances et l'expertise qui découlent de ces recherches sont communiquées à Environnement Canada, à tous les gestionnaires des eaux au Canada et au grand public, afin d'aider à résoudre les divers problèmes environnementaux du milieu aquatique.

Chronologiquement, les recherches menées à l'Institut sont réparties entre cinq divisions de recherche, dont chacune s'occupe d'une discipline particulière et assume un rôle fonctionnel propre (contaminants, hydraulique, écologie, physique des lacs, méthodes analytiques). Afin de mieux intégrer et d'assouplir les programmes de recherche de l'Institut et d'assurer une gestion économique et efficace en cette époque de restriction, un système intégré de gestion de projets a été mis sur pied à la fin de 1985. Les activités de recherche ont été regroupées dans une série de projets multidisciplinaires, dont chacun porte sur une question d'importance scientifique et administrative. La planification et la gestion des futures recherches, le développement d'une expertise internationalement reconnue et la communication des résultats des recherches aux utilisateurs se feront par le biais de ces projets. L'organisation par division a été retenue afin d'assurer la cohésion interne et la stabilité administrative.

On trouvera ci-dessous un sommaire des grandes réalisations des principaux projets entrepris pendant la période considérée. Les nouveaux projets ou les regroupements de projets pour 1986-1987 sont aussi brièvement résumés. Ensemble, ces projets constituent en gros le programme de recherche de l'INRE pour les quelques prochaines années.

Les résultats des recherches entreprises par les sections de l'INRE dans la région de l'Ouest et du Nord et dans la région du Pacifique et du Yukon sont inclus dans le rapport pour la dernière fois. À partir du mois d'avril 1986, ces deux sections régionales feront partie de la Division de limnologie de l'Institut national de recherche en hydrologie à Saskatoon.

Évolution et effets des contaminants toxiques. Pour mettre au point des stratégies de lutte et établir des prévisions à des fins de gestion, les propriétés, le cheminement, l'évolution et les effets biotoxiques des produits chimiques toxiques doivent être systématiquement déterminés au moyen d'expériences en laboratoire et sur le terrain. Parmi les grandes réalisations de la période étudiée, mentionnons les suivantes :

- Des recherches sur l'évolution des chlorophénols dans la rivière Saskatchewan nord ont été entreprises. La déshalogénation anaérobie s'est révélée un mécanisme important de dégradation des chlorophénols dans ce système comme dans d'autres.

- Des expériences ont montré que la vitesse de méthylation du mercure dans les sédiments du bassin de la rivière Qu'Appelle en Saskatchewan était contrôlée non par la présence du mercure inorganique, mais surtout par les conditions trophiques.

- Selon les études sur les facteurs qui influent sur la méthylation, la déméthylation et la bioaccumulation du mercure dans les poissons du nord du Manitoba, les teneurs en mercure devraient être élevées par suite des inondations provoquées par l'aménagement des réservoirs hydroélectriques.

- Il est apparu que les essais de toxicité au Microtox et ceux faisant appel au coefficient de partage octanol-eau donnaient des résultats parallèles pour une vaste gamme de produits chimiques organiques, y compris les chlorophénols, les anilines, les benzènes, les nitrobenzènes et les pyridines.

- Une étude sur les transformations des contaminants organiques et inorganiques dans le Mackenzie a été mise sur pied pour combler les lacunes notoires des données sur les eaux et répondre à la demande des autochtones. Des échantillons d'eau, des échantillons de sédiments en suspension et de sédiments de fond, ainsi que des échantillons biologiques ont été recueillis en régime d'écoulement estival.

- On étudie les difformités des larves de *Chironomus* comme bioindicateurs *in situ* pour évaluer l'impact écologique des contaminants dans le bassin de la rivière Saskatchewan.

- La formation de pellicules organiques par des fibrilles colloïdales dans les eaux des lacs a été étudiée. Ces fibrilles sont importantes pour les changements de l'état du métal dans les lacs.

- Les effets des métaux lourds spécifiques sur l'activité métabolique des populations de bactéries naturelles ont été évalués à partir des populations du port de Hamilton.

Sédiments contaminés. Pour aider à l'établissement de directives sur la reconstitution des sites, les chercheurs tentent de déterminer la disponibilité, les trajectoires biogéochimiques et les effets des contaminants des sédiments des Grands lacs et des bassins plus petits. La libération à long terme de contaminants à partir des sédiments de fond peut retarder la récupération d'un site après un contrôle local et sera également quantifiée. Parmi les grandes réalisations, mentionnons les suivantes :

- Les facteurs de bioconcentration des hydrocarbures chlorés dans les vers aquatiques varient selon la structure chimique des hydrocarbures et le type de sédiments. Les vers accumulent de façon sélective les produits chimiques libérés par les sédiments dans lesquels ils vivent; ce phénomène a des répercussions importantes sur les poissons prédateurs.

- Les changements chronologiques dans l'accumulation des polluants métalliques depuis 1910 ont été déterminés par dotation au ^{210}Pb des sédiments lacustres. Les vitesses de décantation des métaux dans les lacs de Nouvelle-Écosse, de l'est de l'Ontario et de la partie supérieure de l'État de New York sont comparables.

- Des discontinuités ont été observées dans la distribution verticale des matières en suspension dans le lac Manitoba. Ces observations ont des implications importantes sur la redistribution des contaminants des sédiments dans les grands lacs peu profonds.

Étude des canaux reliant les Grands lacs d'amont. Ce projet vise à rassembler les connaissances et la compétence nécessaires pour évaluer l'ampleur de la contamination toxique des canaux reliant les Grands lacs d'amont, tout en protégeant les intérêts canadiens dans la recherche de mesures correctives. Les chercheurs identifient et quantifient les sources de contaminants et de nutriants, évaluent leur toxicité biologique et établissent des modèles pour prévoir leur distribution. Parmi les grandes réalisations de ce projet au cours des deux dernières années, mentionnons les suivantes :

- Une équipe multidisciplinaire de l'INRE a collaboré avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario à une étude d'urgence visant à déterminer la nature, la composition chimique et les sources spécifiques des poches de contaminants découvertes au fond de la rivière Sainte-Claire près de Sarnia en Ontario. L'origine de ces poches, les autres sources de contaminants le long de la rivière et l'importance du transport des contaminants au-delà de la frontière ont été déterminées. C'est ainsi que Dow Chemical a pu éliminer les poches de sédiments, abolir la source des contaminants de l'usine et mettre au point une méthode visant à réduire à l'avenir d'éventuelles infiltrations dans la rivière.

- Un numéro spécial du *Journal of Great Lakes Research* portant sur la pollution de la rivière Sainte-Claire, du lac Sainte-Claire et de la rivière Detroit a été publié; 10 des 23 articles ont été écrits par des membres du personnel de l'INRE. De nombreux produits chimiques toxiques, comme HCBD, HCB et OCS ont été identifiés dans les articles. Les auteurs émettent des hypothèses sur les sources et établissent les déplacements des contaminants dans l'espace et dans la chaîne alimentaire. Les sources, les transformations, l'évolution et les effets des tributyl-étains, des alkyl-plombs, et de nombreux organochlorés et matières organiques volatiles persistants qui s'accumulent biologiquement sont également décrits.

Régénération du fleuve Saint-Laurent. On ignore le degré de risque sur le biote aquatique et sur les humains, entraîné par les contaminants toxiques présents dans le fleuve Saint-Laurent (et dans l'estuaire supérieur) et on ne possède pas encore les connaissances nécessaires pour mettre au point un plan de restauration. Des recherches sont entreprises afin de déterminer l'ampleur, la distribution, la charge, les principales trajectoires, l'évolution et les effets biologiques des produits toxiques dans le fleuve, de même que les impacts écologiques des contaminants à l'embouchure de l'estuaire. Parmi les principales réalisations de la première phase de cette recherche, mentionnons les suivantes :

- Une première mission entre le lac Ontario et la ville de Québec a permis de prélever des échantillons de sédiments et d'eau pour une évaluation préliminaire des types de contaminants, de leur distribution et de leur évolution.

- Les sédiments de surface du lac St. Louis ont été étudiés et des cartes de leur étendue et de leur distribution granulométrique ont été établies.

- L'Institut a entrepris une étude microbiologique intensive du lac St. Louis afin d'y déterminer la distribution des produits toxiques et de la biomasse bactérienne. On a ainsi découvert par l'essai Microtox que plus de 80 % des sédiments de surface contenaient des produits toxiques.

Transport à distance des polluants atmosphériques. Afin d'améliorer sa base d'information, sa compétence et sa crédibilité scientifiques en matière de gestion nationale et internationale du TADPA, l'Institut a mis sur pied un grand projet de recherche qui vise à quantifier les processus biochimiques qui contrôlent la réponse des lacs et des cours d'eau aux dépôts d'acides et d'autres contaminants dans l'Est du Canada. On tente également d'améliorer nos connaissances en matière de conception, d'exécution et d'interprétation des programmes de surveillance des précipitations acides. Parmi les grandes réalisations de ce projet, mentionnons les suivantes :

- La méthode par isotope stable a permis d'établir que le soufre emmagasiné dans les sédiments des lacs Turkey s'y trouve sous forme réduite, et surtout à l'état de composés organosulfurés. La réduction du soufre s'est révélée le processus le plus important pour assurer une alcalinité tampon.

- Un pH faible nuit aux bactéries lacustres naturelles en perturbant leur structure cellulaire superficielle, leur métabolisme et leur capacité de décomposer les matières organiques.

- Les eaux des provinces atlantiques se sont révélées très vulnérables aux précipitations acides.

- Au printemps, l'acidification à court terme des eaux superficielles s'est révélée fortement influencée par les précipitations. En outre, il est apparu que les dépôts de nitrate avaient autant d'importance que les dépôts de sulfate pour l'acidité pendant la fonte des neiges.

- Plusieurs exposés, dont ceux des séances de plénières, décrivant les réalisations des scientifiques de l'Institut ont été présentés au cours de la conférence internationale sur les précipitations acides de 1985 à Muskoka en Ontario.

- Des modèles de l'acidification des bassins hydrologiques ont été mis au point afin d'évaluer les répercussions des précipitations acides sur les milieux aquatiques et de déterminer les zones géographiques menacées.

- La mousse *Sphagnum* s'est révélée être un indicateur biologique efficace du dépôt de métaux atmosphériques. Cette technique est aujourd'hui utilisée dans certaines régions représentatives du Canada.

Méthodes de contrôle de la qualité de l'eau. Dans le cadre de ce projet, les chercheurs tentent d'améliorer les méthodes d'analyse existante et d'en mettre au point de nouvelles pour mesurer les paramètres chimiques et biologiques des eaux, des sédiments et du biote en vue de les comparer dans les laboratoires opérationnels et de recherche de la Direction générale des eaux intérieures. Ce projet rehausse notre compétence nationale en matière d'instrumentation et d'analyse et améliore la précision, la rentabilité et l'efficacité de nos méthodes analytiques. Parmi les faits saillants de la période étudiée, mentionnons les suivants :

- Le personnel de l'Institut a organisé et présidé deux symposiums internationaux portant sur les méthodes de microbiologie, soit le symposium international sur l'écologie microbienne aquatique et le deuxième symposium international sur les essais de toxicité à partir de bactéries.

- L'Institut a aidé le Centre de développement international d'Ottawa à organiser une étude sur l'utilisation des coliphages comme indicateurs de la qualité microbienne des eaux, à l'échelle de trois continents.

- Une nouvelle méthode de solubilisation et de mesure des polychloro-dibenzo-p-dioxines (PCDD) au moyen d'une technique de radioimmunoessai a été étalonnée, normalisée et utilisée dans la détection des PCDD.

- Une méthode par injection et absorption atomique a été mise au point pour le Ca et le Mg et communiquée à l'utilisation opérationnelle.

- Une méthode par injection et colorimétrie a été mise au point pour la détermination simultanée de l'ammoniaque, du nitrate, du nitrite et du phosphate, et communiquée à l'utilisation opérationnelle. Cette méthode est plus efficace et plus économique que les méthodes utilisées antérieurement.

- La méthode classique au molybdate «geo-P» pour l'analyse du phosphore contenu dans les sédiments a été modifiée de façon à empêcher l'interférence du fer (III) et à permettre l'estimation de la fraction du phosphore disponible biologiquement par extraction chimique.

- Un dispositif d'extraction à fort volume et à débit continu a été mis au point pour concentrer les contaminants organiques présents à des teneurs extrêmement faibles dans des échantillons prélevés dans le milieu. Cet appareil est aujourd'hui utilisé sur le terrain et au Laboratoire national d'analyse.

Recherche sur la surveillance et la modélisation de la qualité de l'eau. Les méthodes de collecte, d'interprétation, de synthèse et de prévision des données doivent être améliorées avant d'effectuer une évaluation nationale de la qualité de l'eau. Ce projet vise à améliorer les stratégies de surveillance chimique et biologique, les protocoles d'interprétation des données et les modèles de simulation de la qualité de l'eau utilisés par la Direction générale des eaux intérieures à des fins opérationnelles et pour l'interprétation des données de surveillance des Grands lacs. Parmi les faits saillants du projet, mentionnons les suivants :

- Une stratégie fondamentalement nouvelle pour la surveillance et l'interprétation des données sur les produits chimiques toxiques dans les cours d'eau a été mise au point et communiquée aux programmes opérationnels canadiens et américains.

- Une évaluation statistique exhaustive du programme de surveillance des Grands lacs a été effectuée.

- Une aide technique a été fournie à la réévaluation opérationnelle du rôle et des besoins des programmes de surveillance des sédiments au Canada.

- Un modèle numérique a été modifié afin d'évaluer les diverses options en matière de gestion du phosphore dans le contrôle de l'eutrophisation des quatre lacs de pêche du bassin de la rivière Qu'Appelle.

- Un atlas des propriétés optiques des Grands lacs (profondeur photique, PAR, etc.) a été dressé.

Régénération des lacs et des cours d'eau. Les gestionnaires fédéraux et provinciaux des ressources en eau ont besoin de l'aide des spécialistes pour corriger les effets de l'eutrophisation par les nutriants et de la prolifération des macrophytes dans les Grands lacs et autres lacs et cours d'eau de la région. Des recherches appliquées locales ont été entreprises afin d'établir des rapports de cause à effet et de mettre au point des plans d'atténuation spécifiques. Parmi les faits saillants du projet, mentionnons les suivants :

- Dans une étude conjointe de la Direction générale des eaux intérieures et de l'industrie portant sur l'eutrophisation de la rivière Thompson (C.-B.), les chercheurs se sont servis de trémies d'écoulement expérimentales pour déterminer les effets combinés des conditions physiques et du flux des nutriants (P et N) sur la croissance du périphyton. Les chercheurs ont formulé de nouvelles généralisations sur la production organique dans les cours d'eau ayant des implications importantes pour la gestion de la qualité des eaux.

- Des échantillonneurs de sédiments à dialyse («peepers») ont été utilisés pour mesurer la régénération et la charge interne du phosphore soluble dans le lac Érié. Cinquante pour cent du phosphore non apatitique contenu dans les sédiments pourraient se régénérer.

- Les expériences effectuées avec des pièges à sédiment ont montré que de grandes quantités de phosphore pouvaient être rendues disponibles par la remise en suspension naturelle des sédiments des Grands lacs.

- Les traitements expérimentaux à la chaux visant à rétablir les lacs eutrophiques Frisken et Chain (C.-B.) ont réussi. L'Institut a donné à divers organismes gouvernementaux de Colombie-Britannique et d'Alberta des conseils administratifs sur l'utilisation de la méthode.

- *Cladophora*, une algue filamenteuse nuisible que l'on trouve dans les lacs Ontario, Érié et Huron, a vu sa population diminuer d'environ 50 % entre 1972 et 1983 du fait de la réduction de la teneur en phosphore.

- Les expériences de récolte visant à contrôler l'achillée millefeuille eurasienne dans le lac Buckhorn en Ontario ont été menées à terme et des méthodes pour réduire les effets négatifs du traitement ont été mises au point. De nombreux exposés sur l'impact des herbes aquatiques ont été présentés à divers groupes de citoyens.

- Une analyse des données chronologiques sur la régénération du lac Kootenay en Colombie-Britannique a été effectuée à la suite d'une grave pollution par le phosphore. Il en ressort que le phytoplancton n'a que légèrement diminué et que le zooplancton est demeuré stable, par suite, semble-t-il, de la limitation de l'azote et du pâturage par *Mysis*. Des projets controversés établis par la province en vue de fertiliser le lac par aéronef pour tenter de reconstituer les stocks de poissons en déclin ont ainsi été abandonnés.

Interactions entre la zone riveraine et la zone du large des lacs. Les polluants de source locale sont généralement déversés dans la zone riveraine des Grands lacs, zone qui se distingue physiquement de la zone du large. Dans le cadre de ce projet, les processus physiques et sédimentologiques qui contrôlent le déplacement des contaminants entre la zone riveraine et la zone du large des Grands lacs ont été identifiés, quantifiés et modélisés. Parmi les grandes réalisations de ce projet qui arrive bientôt à terme, mentionnons les suivantes :

- Une revue exhaustive et plusieurs rapports de synthèse ont été publiés sur la circulation de l'eau dans le lac Ontario, l'accent étant mis sur la dynamique de la zone riveraine et le transport et l'évolution des contaminants toxiques dans le lac, à partir du panache de la rivière Niagara.

- Une importante monographie sur les modèles de transport et de diffusion des effluents dans la zone riveraine des Grands lacs a été publiée.

Ressources en eau et modélisation. Pour bien maîtriser les divers aspects de la gestion des ressources en eau, il faut connaître et comprendre les processus de déplacement et de brassage des eaux, de même que l'interaction de l'eau avec la terre et l'air. Dans le cadre de ce projet, des modèles de simulation sont mis au point afin de prévoir les effets physiques des altérations anthropiques ou naturelles de l'environnement. Parmi les grandes réalisations de ce projet, mentionnons les suivantes :

- Le modèle MOBED a été modifié afin de tenir compte de la taille non uniforme des matériaux du lit des cours d'eau. Il peut maintenant simuler les effets de «pavement». MOBED a été appliqué aux données recueillies dans la rivière Qu'Appelle afin de prévoir la réponse de la rivière à l'élimination des méandres.

- Le modèle RIVMIX a été modifié afin de prévoir les concentrations en aval de certaines classes de polluants non persistants comme les composés hydrosolubles, mais volatils.

- Le personnel de l'Institut a présidé un atelier de l'OTAN sur la pollution urbaine et contribué à la rédaction des manuels de l'UNESCO sur l'assainissement urbain et la collecte de données.

- La composante du débit du modèle HSPF a été intégrée à l'ordinateur de l'INRE, puis a été étalonnée et utilisée pour évaluer les effets de l'urbanisation sur la qualité et la quantité de l'eau dans le bassin de la rivière Waterford.

Transfert des eaux entre les bassins. Pour acquérir la compétence interdisciplinaire et la crédibilité ministérielle nécessaire à l'évaluation efficace des futurs ouvrages de dérivation, ce nouveau projet doit identifier systématiquement les effets physiques, chimiques et écologiques des transferts d'eau à grande échelle entre les bassins et, si possible, les généraliser. Les premiers efforts du projet ont porté sur les processus physiques. Parmi les grandes réalisations, mentionnons les suivantes :

- Une étude quinquennale visant à déterminer les répercussions environnementales sur les lacs de tête vastes, profonds et recouverts de glace du fleuve Yukon de l'aménagement de réservoirs de retenue et d'ouvrage de dérivation hydroélectriques a été menée à terme. Des descriptions sommaires des grands processus physiques, chimiques et microbiologiques, mettant l'accent sur les configurations de circulation et la formation de glace en hiver, ont été effectuées.

- Les renseignements disponibles sur les effets des ouvrages de dérivation sur le régime des rivières ont été analysés et révisés. La tenue d'une recherche visant à améliorer les modèles de la dynamique des rivières, de l'érosion des lacs et du comportement des glaces a été recommandée.

Crues et glaces. Ce projet a pour but d'améliorer la gestion des crues provoquées par les embâcles. Il s'agit de recueillir les informations nécessaires pour mettre au point des méthodes de prévision des embâcles à partir des données sur la formation, le transport et la distribution du frasil et de la glace de fond. Parmi les faits saillants, mentionnons les suivants :

- Des mesures sur le terrain de la formation et de la désintégration des glaces, de la formation des barrages de frasil et du débit d'étiage du milieu de l'hiver dans le fleuve Yukon ont été effectuées en collaboration avec la Direction des ressources en eau. Les facteurs spécifiques qui pourraient contrôler la formation d'embâcles et la débâcle printanière ont été identifiés.

- Un nouveau modèle amélioré de la turbulence a été mis au point pour prévoir le niveau des crues. Ce modèle tient compte des changements dans la rugosité du lit, de même que de l'écoulement du lit majeur.

- Des améliorations ont été apportées à un modèle mathématique du phénomène d'embâcle pour pouvoir l'appliquer à des canaux de largeurs variables.

Régénération du fleuve Fraser. L'estuaire du Fraser en Colombie-Britannique est une région fortement dégradée. Il faudrait notamment étudier les effets des produits chimiques utilisés dans le traitement du bois. La dynamique du transport, de la dégradation et de la bioaccumulation des phénols chlorés et des contaminants connexes dans l'estuaire sera établie et servira de modèle «repère» pour d'autres contaminants. Ces connaissances faciliteront la conception de programmes de surveillance et aideront à formuler des objectifs de qualité de l'eau dans le cadre du programme de gestion de l'estuaire du fleuve Fraser. Parmi les grandes réalisations des travaux préliminaires de ce projet, mentionnons les suivantes :

- Des informations de base ont été receuillies et des travaux préliminaires sur le terrain entrepris afin de déterminer l'évolution et les effets des chlorophénols dans l'estuaire. Les sangsues se sont révélées d'excellents indicateurs biologiques pour la détection de la contamination des cours d'eau par les chlorophénols.

Échange de contaminants entre l'air et l'eau. Ce projet doit déterminer jusqu'à quel point la charge atmosphérique de contaminants toxiques peut prolonger la période de régénération des Grands lacs à la suite d'un contrôle local. Les données sur les précipitations révèlent déjà l'importance de ce facteur. Le flux des contaminants entre l'air et l'eau sera déterminé à l'aide d'expériences en laboratoire et sur le terrain et de nouveaux modèles de simulation seront mis au point pour prévoir les charges aériennes.

- Les concentrations de BPC, de alpha-BHC et de lindane dans les précipitations se sont révélées relativement uniformes dans tout le sud du Canada, à l'est des montagnes Rocheuses.

Évolution et effets des pesticides. Le Ministère doit développer des compétences et mettre au point une base de données systématiques sur les effets écotoxiques des pesticides. Ce projet tentera de déterminer systématiquement la dynamique, l'évolution et les effets des principaux pesticides de sources diffuses. Des expériences en laboratoire et sur le terrain seront effectuées surtout dans l'est du Canada.

- Une enquête nationale a révélé que la présence du pesticide anti-encrassement extrêmement toxique tributylétain dans l'eau et les sédiments était reliée aux activités de navigation, surtout dans les ports maritimes et de plaisance. La lumière solaire et la dégradation bactérienne sont les principaux facteurs qui contrôlent la persistance de tributylétain, dont la demi-vie est de plusieurs mois au Canada.

Interactions entre les nutriants et les contaminants. Ce nouveau projet doit déterminer si les processus de bioaccumulation, de biodégradation et de sédimentation des contaminants toxiques dans les lacs sont régis par la situation des nutriants et la productivité biologique dans le système. Il est important de bien comprendre ces interactions complexes, qui peuvent déterminer la vulnérabilité d'un lac particulier à la pollution toxique, pour élaborer les futurs plans de lutte contre les contaminants.

Contamination des eaux souterraines. Nous devons améliorer nos connaissances afin de mieux gérer les approvisionnements en eaux souterraines, contaminées par les déchets toxiques et les biocides dans l'est du Canada. De meilleures méthodes d'échantillonnage, d'analyse et de modélisation seront mises au point afin de déterminer les processus physiques et chimiques qui contrôlent la migration et l'évolution des contaminants des eaux souterraines. Ce nouveau projet mettra l'accent sur la contamination dans les décharges des secteurs internationaux des canaux reliant les Grands lacs, ainsi que sur la contamination potentielle des approvisionnements en eaux souterraines potables dans les Maritimes.

CHARGÉ DE RECHERCHE

Le Dr R.A. Vollenweider, chargé de recherche à l'Institut national de recherche sur les eaux continue à s'y illustrer. Il a contribué à la reformulation des programmes de recherche de l'Institut et a agi à titre de conseiller du directeur de l'INRE. Il a également été élu président du Comité des chargés de recherche du MDE.

En reconnaissance de sa contribution en limnologie, le Dr Vollenweider a reçu le *Tyler Prize for Environmental Achievement* de 1986 et a été élu lauréat Tyler. Ce prix est l'un des plus prestigieux du monde dans le domaine de l'environnement. Selon le comité exécutif du prix Tyler, le Dr Vollenweider, grâce à ses recherches sur l'eutrophisation, est le scientifique qui a le plus fait pour contrer la pollution dans les Grands lacs. En outre, la contribution du Dr Vollenweider dans les domaines de la limnologie et de la gestion des eaux au Canada a été sanctionnée par le prix «Frank Rigler Memorial» décerné par la Société des limnologistes canadiens, par l'inscription d'une notice biographique dans *The Canadian Encyclopedia* et par un article dans *Saturday Night*.

Le Dr Vollenweider a été invité comme orateur principal à trois conférences internationales (Association européenne de lutte contre la pollution des eaux — Pollution et restauration des lacs, Rome; Stratégies de gestion du phosphore dans l'environnement, Lisbonne; Vivre dans un monde chimique — Conférence spéciale sur les lacs et les estuaires, Bologne). Il a également tenu des conférences dans plusieurs universités japonaises (Shiga, Nagoya, Tzukuba) et organismes gouvernementaux japonais, à l'université de Constance en Allemagne, ainsi qu'au Centre espagnol d'études hydrographiques. Il a en outre été le principal conférencier d'un cours sur les lacs tropicaux donné au Pan American Centre for Sanitary Engineering (Guadalajara) et a continué à conseiller le programme coopératif sur les lacs d'eau chaude en Amérique du Sud de la Pan American Health Organization et le gouvernement régional d'Émilie-Romagne en Italie à propos de la pollution et la mer Adriatique. Le Dr Vollenweider a été élu coprésident international du Centre international d'études environnementales avancées à Côme en Italie et membre de soutien du Comité international sur l'environnement lacustre à Otsu au Japon.

LIAISON SCIENTIFIQUE ET COORDINATION

L'agent des liaisons scientifiques coordonne la planification et la communication des programmes de recherche de l'Institut, sous la conduite de l'équipe de direction et d'administration de l'INRE.

Le principal outil d'une planification efficace et souple de la recherche à l'Institut est le système intégré de gestion de projets entré en vigueur à la fin de 1985. La recherche à l'Institut est répartie entre plusieurs projets de recherche interdisciplinaires mettant l'accent sur des problèmes prioritaires d'importance nationale.

À titre de membre de l'équipe d'administration, le coordonnateur de la liaison scientifique doit s'assurer que les projets de recherche sont bien montés, approuvés et documentés chaque année. La coordination ou la rédaction de l'annuaire des projets, du rapport annuel, du plan de travail du ministère, des rapports mensuels sur l'état des travaux, des brochures sur les projets spéciaux et autres documents de recherche relèvent également de son bureau.

Le coordonnateur aide les chefs de division nommés par le directeur à assurer les liaisons avec les composantes opérationnelles régionales et centrales de la Direction générale des eaux intérieures, qui sont les principaux «utilisateurs» des résultats des recherches de l'Institut. Les besoins de la recherche opérationnelle sont évalués afin d'être pris en compte dans les futurs projets soit au moyen de communications directes ou par l'intermédiaire de comités établis, et les résultats des travaux terminés sont communiqués aux utilisateurs potentiels. Le coordonnateur est également responsable de la coordination de la recherche avec l'Institut national de recherche en hydrologie une fois que celui-ci sera réinstallé au Centre national de recherche en hydrologie à Saskatoon.

Enfin, le bureau du coordonnateur assure la coordination générale des programmes d'information publique et des relations avec la collectivité de l'INRE, et voit à ce que les réalisations de l'Institut sont communiquées efficacement au grand public. (*Daley*)

CONSEILLER PRINCIPAL EN GESTION DE LA RECHERCHE

Une étude est en cours sur les variations annuelles de la barrière thermique dans le lac Ontario de 1965 à nos jours. Les travaux effectués pour élaborer un modèle de prévision, publié au début des années 1970 pour la première fois, seront mis à jour grâce aux données recueillies au cours des vastes relevés de température effectués par l'Institut.

Une révision générale des processus qui influent sur la qualité des eaux de source dans lesquelles puisent les industries ou les municipalités situées autour du lac Ontario a été présentée à un atelier sur «Les impacts de la qualité des eaux de source sur les procédés industriels et les utilisations municipales» tenu à Rochester, N.Y. Cet atelier pourrait favoriser une meilleure communication de l'information au sujet des vastes bases de données sur la qualité de l'eau de ce lac.

Environnement Canada a assuré la liaison avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario et Dow Chemical of Canada Ltd afin d'aider au nettoyage des sédiments de fond contaminés dans la rivière Sainte-Claire près de Sarnia en Ontario. Un cadre supérieur du MDE a coordonné sur place l'acquisition et l'interprétation de documents magnétoscopiques sur la région avant et après le nettoyage, de même que sur les techniques de dragage et d'aspiration utilisées. (*Rodgers*)

CENTRE DE COLLABORATION DE L'OMS SUR LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE ET SOUTERRAINES

L'Institut a été désigné par l'Organisation mondiale de la santé comme Centre de collaboration sur la qualité des eaux de surface et souterraines (CC/OMS). Le CC/OMS a pour principale mission de coordonner des programmes internationaux d'assistance technique aux pays en développement et de défendre les intérêts canadiens en matière d'eaux douces dans les colloques internationaux. À l'heure actuelle, le centre

coordonne la mise en place d'un réseau mondial de stations de surveillance de la qualité de l'eau sur les principaux cours d'eau, lacs et aquifères. Ce réseau fait partie intégrante du Système mondial de surveillance continue de l'environnement des Nations-Unies (GEMS pour Global Environmental Monitoring System), dont le principal objectif est d'observer les tendances mondiales à long terme de la pollution de l'environnement.

Le CC/OMS publie le Bulletin de la qualité des eaux, revue trimestrielle consacrée à la gestion de l'eau à travers le monde. L'année 1985 a marqué le dixième anniversaire de publication ininterrompue du bulletin en versions anglaise et française. Au cours de cette période, environ 400 articles provenant de 70 pays différents ont été publiés. Le bulletin est aujourd'hui distribué dans 126 pays.

Le premier numéro du volume 10 était consacré à la toxicité des eaux et à ses effets sur la santé des humains. Sous le thème du contrôle toxicologique de la qualité de l'eau, un certain nombre de techniques de bio-essais utilisées en différents endroits dans le monde ont été évaluées. Les trois numéros suivants portaient sur des expériences effectuées par 30 pays sur leurs programmes nationaux de surveillance de la qualité de l'eau et notamment sur la mise en place du programme GEMS/EAU.

À la fin de 1985, plus de 290 000 mesures avaient été transmises au centre de données globales du CC/OMS par 449 stations de surveillance du réseau GEMS situées dans 60 pays. Les recommandations faites à la réunion interrégionale de révision des programmes de surveillance de la qualité de l'eau en octobre 1983 et publiées en 1984 dans le rapport d'évaluation des données GEMS/EAU sont graduellement appliquées. Une nouvelle formule de données GEMS/EAU comportant une liste révisée de variables de la qualité de l'eau a été distribuée. Les données sont maintenant également distribuées sur microfiches aux pays et institutions participants.

Au cours de la période considérée, des sessions d'études et d'échanges de vues ont été organisées pour 17 visiteurs venant d'Australie, d'Argentine, de Chine, du Japon, du Maroc, du Nicaragua et de la Suède. On a également répondu à plusieurs demandes venant des bureaux régionaux et nationaux de l'OMS pour l'envoi de consultants canadiens à l'étranger. Le CC/OMS a également répondu à diverses demandes de renseignements sur divers problèmes reliés à la gestion des eaux, provenant notamment des pays en voie de développement. (*Barabas*)

ÉTUDES DE L'HABITAT DU POISSON

Certaines aires de frai de la truite de lac dans l'est du lac Ontario semblent perturbées par la présence de matières organiques en dégradation. À la fin du mois de septembre et au mois d'octobre, de grandes quantités de *Cladophora* se détachent des crampons des substrats dans les eaux riveraines peu profondes (une profondeur de 3 à 4 m); ces filaments s'incorporent aux interstices des dépôts de galets et de gravier situés à proximité. Plus tard, un flux semblable de mille-feuille fragmenté peut venir s'ajouter à la charge organique. Les hétérotrophes aérobies et les bactéries nitrifiantes décomposent ensuite ces matières organiques, ce qui se traduit par un épuisement de l'oxygène dissous et la production d'ammoniaque et de CO_2.

Des échantillonneurs de sédiments («peepers») (cylindres fermés munis, à une extrémité, d'un filtre à membrane de 0.45 μm) ont été placés dans le substrat de galets et de gravier assez longtemps pour atteindre l'équilibre. À des profondeurs de 6 à 10 cm dans le substrat, la teneur en oxygène dissous approchait de 0 (zéro) et la teneur en ammoniaque s'élevait jusqu'à 5.5 mg/L^{-1}. De telles valeurs indiquent que la qualité de l'eau aux profondeurs où se trouvent les oeufs de touladi naturellement ensemencés peut être létale aux embryons en développement. La persistance de telles conditions pourrait grandement réduire la survie des oeufs des stocks introduits de touladi.

Des boîtes contenant du similigravier, disposées exactement au même niveau que la surface du substrat de galets et de gravier, ont servi à recueillir des matières particulaires piégées dans les matériaux pélagiques à la fin de l'automne, lorsque le touladi fraie. Les sédiments piégés en deux endroits contenaient surtout des particules inorganiques de la taille de grains de sable, de fortes concentrations de grains de sulfure noirs et du H_2S. Les tempêtes automnales érodent probablement les dépôts de sable riverains qui contiennent des couches riches en sulfure; les particules fines qui pénètrent ainsi dans l'eau entraînent une diminution supplémentaire de l'oxygène dans le substrat grossier. Pendant l'été et au début de l'automne, le plancton et des fragments de *Cladophora* sont enfouis dans les sédiments sableux, créant ainsi des conditions idéales pour la production de sulfure bactérien.

Ces résultats sont des plus pertinents pour le programme de reconstitution du touladi des Grands lacs. D'autres études devront être effectuées pour évaluer l'ampleur des problèmes éventuels dans les aires chronologiques de frai et déterminer les effets relatifs des divers types de matières organiques. (*Sly*)

PROJET SPÉCIAL : ÉTUDE SUR LA POLLUTION DE LA RIVIÈRE SAINTE-CLAIRE

Une enquête a été effectuée de toute urgence après la découverte de poches de perchloroéthylène au fond de la rivière Sainte-Claire près de Sarnia en Ontario. Cette étude est venue se greffer à l'étude des canaux reliant les Grands lacs d'amont, une vaste enquête scientifique effectuée conjointement par le Canada et les États-Unis dans les rivières Detroit, Sainte-Claire et St. Mary's, et qui a débuté en 1984. L'objet de cette étude est de déterminer les impacts environnementaux des sources de pollution dans ces cours d'eau en vue de mettre au point des plans d'atténuation spécifiques et une nouvelle stratégie de surveillance. Ce projet a été mis sur pied à la demande de la Commission mixte internationale en vertu de l'Accord Canada–États-Unis sur la qualité de l'eau des Grands lacs pour surveiller le rétablissement des secteurs dégradés. L'INRE joue un rôle prédominant dans cette étude.

L'Institut national de recherche sur les eaux, de concert avec d'autres organismes d'Environnement Canada (MDE) et en étroite collaboration avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO), a mis au point un plan de recherche intégré sur la rivière Sainte-Claire qui doit être mené à terme au bout de six semaines. L'Institut a effectué des relevés intensifs des sédiments et des eaux afin de déterminer l'ampleur de la contamination dans la région à l'étude; le MDE et le MEO ont prélevé des échantillons dans les prises d'eau industrielles et les zones de déversement local. Des échantillons ont également été prélevés dans le tunnel du CNR dans la rivière Sainte-Claire ainsi que dans la conduite d'évacuation des eaux du tunnel. Ces échantillons ont été dosés pour les matières organiques volatiles, les matières extractibles chlorées, les hydrocarbures aromatiques polynucléaires et les chlorophénols; les sédiments ont en plus été dosés pour les dioxines. Certains échantillons de sédiments et d'eau avaient déjà été prélevés par l'Institut dans ce secteur avant le déversement de perchloroéthylène. L'analyse de ces échantillons a été accélérée afin d'en inclure les résultats dans le rapport. En outre, 63 carottes de sédiments de fond accompagnées d'échantillons de l'eau sur-jacente ont été analysées pour compléter un échantillonnage antérieur du MEO et de l'univer-

sité de Windsor. Pour aider le SPE et le MEO, l'Institut a également analysé environ la moitié des échantillons des prises d'eau et des effluents industriels et municipaux utilisés pour l'étude de la source.

Parallèlement à cette enquête sur les contaminants, on a demandé à l'INRE d'aider le MEO et Dow Chemical à nettoyer le déversement. La principale activité de l'Institut était de surveiller, à l'aide d'une caméra magnétoscopique montée sur un véhicule d'observation télécommandé, les conditions de fond pendant le dragage des sédiments par Dow Chemical. L'Institut a également donné des conseils scientifiques sur les problèmes hydrauliques et chimiques reliés à la poche de contaminants.

La première grande opération de dragage s'est terminée le 23 décembre 1985 et le rapport de l'enquête sur la pollution de la rivière Sainte-Claire a été publié le 24 janvier 1986. L'Institut est responsable de l'application de certaines recommandations du rapport, notamment en ce qui a trait aux conditions du milieu ambiant. D'autres travaux devraient être effectués dans le cadre de l'étude des canaux reliant les Grands lacs d'amont. Comme les poches de contaminants se sont reformées après le dragage, l'INRE a également aidé le MEO à effectuer des inspections régulières. Une fois les sources de contaminants identifiées, des mesures visant à prévenir toute perte de matériaux en aval ont été mises en place et on a procédé à un nouveau nettoyage des contaminants.

L'Institut a apporté une importante contribution aux divers aspects scientifiques du rapport sur la pollution de la rivière Sainte-Claire, particulièrement en ce qui a trait aux poches de «perchloroéthylène», aux conditions des sédiments et de l'eau du milieu ambiant, et à l'interprétation des données dans le but d'identifier les sources de contaminants.

Par exemple, la comparaison que fait l'Institut entre les données sur les effluents de la Dow Chemical et les données sur la composition chimique des poches de contaminants dans la rivière et certaines découvertes de la compagnie, ont incité cette dernière à repérer et éliminer les sources de contaminants situées sur le terrain de l'usine et qui avaient échappé à la surveillance antérieure. À cette fin, la compagnie Dow a, entre autres choses, entrepris de gros travaux d'excavation sur le site de l'usine, condamné tout un système de drainage, élaboré des méthodes pour réduire au minimum toute infiltration dans la rivière, amélioré la surveillance, mieux informé son personnel sur les risques pour l'environnement qu'ils peuvent trouver dans leur travail, et amélioré les systèmes de lutte contre les déversements et les ruissellements de matières contaminées.

Les recherches effectuées par l'Institut ont également permis d'identifier d'autres sources de perchloroéthylène, de matières volatiles et de goudron le long de la rive de la rivière et a clairement montré que les contaminants rejetés sur la rive canadienne ne traversent que peu, sinon pas du tout la frontière canado-américaine le long du tronçon de 8 à 10 km étudié de la rivière Sainte-Claire.

Enfin, les travaux de l'Institut sur le ruissellement urbain et le transport de masse des matériaux par la rivière, alliés aux données locales, ont permis de faire des jugements critiques sur l'importance relative des diverses sources le long de la rivière, de même que sur l'évolution des produits chimiques libérés. (*Rodgers, Lawrence*).

LISTE DU PERSONNEL

Directeur — D.L. Egar, B.Eng., M.Sc.
Secrétaire — M. Stapleton
Réceptionniste — M.A. Caswell

Chargé de recherche	R.A. Vollenweider, B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Assistante	L. Janus, B.Sc., M.Sc.
Agent de liaison, science	R.J. Daley, B.A., M.Sc., Ph.D.
Conseiller supérieur en gestion de la recherche	G.K. Rodgers, B.A.Sc., M.Sc., Ph.D.
Chercheur	P.G. Sly, B.Sc., Ph.D., P. Eng.
Centre de collaboration de l'OMS	
Directeur	S. Barabas, Ph.D.
Secrétaire	S. Ponton

COMITÉS DONT FONT PARTIE LES MEMBRES DU BUREAU DE LA DIRECTION

D.L. Egar

Membre, Groupe de travail sur les Grands lacs

Membre, Comité des subventions à la recherche, DGEI

Membre, Comité de gestion de la rivière Sainte-Claire

Membre, Comité de gestion des canaux de communication du secteur supérieur des Grands lacs

Membre, Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux* de l'OMS

G.K. Rodgers

Vice-président, Conseil des gestionnaires de la recherche sur les Grands lacs, Commission mixte internationale

Membre, Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux* de l'OMS

Membre, Comité de l'intégration des activités de l'étude sur les canaux de communication du secteur supérieur des Grands lacs

R.A. Vollenweider

Président, Comité des chargés de recherche du MDE

Membre, Comité ministériel pour le groupe de recherche scientifique

Coprésident international, Centre international pour les études environnementales avancées, «Alessandro Volta», Côme, Italie

Comité international sur l'environnement des lacs, Otsu, Japon — Fondateur et membre

Conseiller auprès du CEPIS/PAHO, Lima, Pérou pour le Programme de coopération de l'Amérique latine sur l'eutrophisation des lacs et réservoirs aux eaux chaudes

Fellow, Rawson Academy

Membre, Comité de rédaction de «Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia», Verbania-Pallanza, Italie

Membre, Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux*, de l'OMS

Membre, Comité consultatif scientifique «Cervia Ambiente», Italie

PUBLICATIONS

Janus, L.L., et R.A. Vollenweider. 1984. Phosphorus residence time in relation to trophic conditions in lakes. Verh. Int. Ver. Limnol., 22.

Sly, P.G. 1984. Habitat. Dans CLAR (Strategies for rehabilitation of lake trout in the Great Lakes). Great Lakes Fishery Commission Tech. Rep. No. 40.

Sly, P.G. 1984. Sedimentology and geochemistry of modern sediments in the Kingston basin of Lake Ontario. J. Great Lakes Res., 10: 358–374.

Sly, P.G., et W.J. Prior. 1984. Late glacial and post glacial geology in the Lake Ontario basin. Can. J. Earth. Sci., 21: 802–821.

Sly, P.G., et C.C. Widmer. 1984. Lake trout (*Salvelinus namaycush*) spawning habitat in Seneca Lake, N.Y. J. Great Lakes Res., 10: 168–189.

Sly, P.G. 1986. A review of post glacial environmental changes and cultural impacts in the Bay of Quinte. Dans *Project Quinte* (préparé par C.K. Minns, D.A. Hurley et K.H. Nicholls), Special Pub. No. 86, Can. J. Fish. Aquat. Sci. Sous presse.

Sly, P.G. 1986. Disturbance of lacustrine systems. Dans *Lakes and Limnology* (préparé par K.J. Gregory et D.E. Walling), John Wiley and Sons Ltd., Chichester, Angleterre. Sous presse.

Vollenweider, R.A. 1985. Phosphorus, the key element in eutrophication control. Proc. Int. Conf. Management Strategies for Phosphorus in the Environment (préparé par J.N. Lester et P.W.W. Kirk).

Vollenweider, R.A. 1985. The scientific knowledge of lake pollution. (Abstract). Proc. Int. Conf. Lakes Pollution and Recovery. (préparé par E. de Fraja et R. Vismara).

Vollenweider, R.A. 1985. Elemental and biochemical composition of plankton biomass: Some comments and explorations. Arch. Hydrobiol., 105, 1.

Vollenweider, R.A. 1985. Environmental research in the private sector: Implications for Canada. Rapport interne.

La Division de l'écologie aquatique est composée de spécialistes dans les domaines de la limnologie, de la paléolimnologie, de la microbiologie, de la géochimie, de l'écologie des algues et des invertébrés, de la statistique et de la physiologie végétale. La Division traite des problèmes du ministère reliés à la dégradation de l'environnement et à la santé des écosystèmes, notamment, dans les domaines du contrôle des nutriants et des contaminants, de la régénération des lacs, de l'acidification, de la gestion des herbes aquatiques et de la surveillance de la qualité de l'eau (chimique et biologique). La Division de l'écologie aquatique comprend trois sections multidisciplinaires : la Section de l'impact écologique, la Section de la régénération des Grands lacs et la Section de la dynamique des nutriants.

SECTION DE L'IMPACT ÉCOLOGIQUE

La Section de l'impact écologique effectue des recherches dans les domaines suivants : le transport à distance des polluants atmosphériques (TADPA), en particulier sur les aspects géochimiques de l'acidification des lacs, la mise en valeur des tourbières et ses répercussions sur la qualité de l'eau, la paléolimnologie, et les méthodes statistiques d'interprétation de la qualité de l'eau. Les études reliées à TADPA ont porté sur l'utilisation des isotopes sulfurés comme traceurs; l'établissement de profils de métaux dans les carottes de sédiments et la libération des métaux des sédiments sous l'action de l'acidification; la caractérisation de l'acidité naturelle; et l'utilisation des diatomées comme indicateurs paléolimnologiques du pH et de la mousse *Sphagnum* comme bioindicateur des dépôts atmosphériques de métaux. L'étude sur les tourbières insiste sur l'impact écologique de l'exploitation minière des tourbières sur les eaux réceptrices. Une des études en paléolimnologie s'est penchée particulièrement sur l'utilisation des données climatiques approximatives.

Acidification des lacs. Les sources de pollution par le soufre et les réactions du soufre se traduisant par une production endogène d'alcalinité dans les lacs sont des questions cruciales du débat actuel sur les précipitations acides et l'acidification des lacs. Les variations de la signature isotopique du soufre peuvent, en fait, servir à identifier ses sources et à suivre son évolution dans les lacs d'eau douce. Dans le bassin hydrographique des lacs Turkey, des variations saisonnières prononcées ont été observées dans la composition isotopique du gros des précipitations. D'après l'épuisement observé du ^{32}S, l'apport du soufre biogénique à la charge atmosphérique en soufre semble important dans la région. La composition isotopique des eaux du lac ne montre toutefois aucune variation saisonnière comparable et, sur une base annuelle, se rapproche beaucoup de la valeur moyenne pour le gros des précipitations. La plupart du soufre emmagasiné dans les sédiments lacustres s'y trouve sous forme réduite, surtout à l'état de composés organosulfurés. La conversion des sulfates polluants dans leur forme réduite pourrait être un des processus importants permettant le retour à l'origine de l'alcalinité prononcée du bassin. (*Nriagu*)

On peut souvent faire l'inventaire des récentes augmentations du flux de la pollution par les métaux toxiques dans le bassin lacustre en observant les sédiments. Ces réservoirs de métaux sédimentaires peuvent être mobilisés et libérés dans la colonne d'eau lorsque le lac s'acidifie.

La datation au ^{210}Pb des sédiments a permis de déterminer les changements traditionnels dans l'accumulation des métaux polluants depuis 1910. Les vitesses de dépôt des métaux dans les lacs de Nouvelle-Écosse sont comparables à celles des lacs éloignés de l'Ontario (parc provincial Algonquin) et des lacs des monts Adirondacks (New York).

D'après un simple modèle de conversion de masse basé sur les éléments de terre rare, il semble que seulement 40 % à 60 % du flux de métaux polluants dans les lacs soient retenus par les sédiments. Ce faible taux de rétention pourrait expliquer les importantes variations des teneurs en métaux des sédiments à l'intérieur d'un même bassin et d'un même lac; cela a aussi de sérieuses implications pour la datation au ^{210}Pb et l'utilisation des profils de métaux polluants dans la surveillance traditionnelle des changements environnementaux associés aux précipitations acides.

Pour étudier les interactions chimiques entre les espèces métalliques dissoutes et particulaires en fonction d'un gradient du pH, l'eau de porosité (*in situ*) a été échantillonnée à des intervalles rapprochés au-dessus et au-dessous de l'interface sédiments-eau dans deux lacs acides du parc national Kejimkujik en Nouvelle-Écosse. Les concentrations de certains métaux polluants choisis, notamment Pb, Zn, Fe, Al, des nutriants et des éléments de terre rare de ces échantillons ont été établies. D'après les données préliminaires pour SO_4, Al et PO_4-P dans l'eau de porosité, il semble y avoir une relation étroite entre le pH et les cycles des nutriants dans la colonne des sédiments lacustres. Les rapports entre les profils des métaux à l'état de trace et la production ou consommation d'ions hydrogène font actuellement l'objet d'une recherche. (*Nriagu, Wong*)

Les eaux acides naturelles ont également fait l'objet d'une étude visant à comprendre les effets de l'acidification anthropique des systèmes aquatiques. Une étude exhaustive des propriétés des acides organiques naturels présents dans les lacs et les rivières du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse a été entreprise. D'après les résultats d'un échantillonnage saisonnier effectué dans plusieurs sites du parc national Kejimkujik et des rivières Mersey et Clyde, il semble que les propriétés des matières organiques dissoutes (MOD) changent en fonction du cycle hydrologique annuel. La plupart des MOD peuvent être classées comme acides fulviques, dont le gros consiste en acides hydrophobes. La figure 1 montre la propriété acide relative de certains de nos échantillons groupés par type d'échantillon. Près des embouchures des rivières, on note une augmentation marquée des quantités relatives d'acide humique. Comme il semble que l'acide humique soit un produit diagénétique de réactions de condensation où entre en jeu l'acide fulvique (fractions), il se pourrait que les changements dans les propriétés surviennent le long du cours des rivières. Ces changements peuvent à leur tour influer sur la capacité de lier les métaux, la concentration acide et la stabilité des MOD. (*Bourbonniere*)

Chronologie de l'acidification. La variabilité spatiale des frustules des diatomées utilisées comme paléo-indicateur de l'acidification des lacs a été décrite pour trois lacs du bouclier précambrien de la région de Dorset dans le sud de l'Ontario.

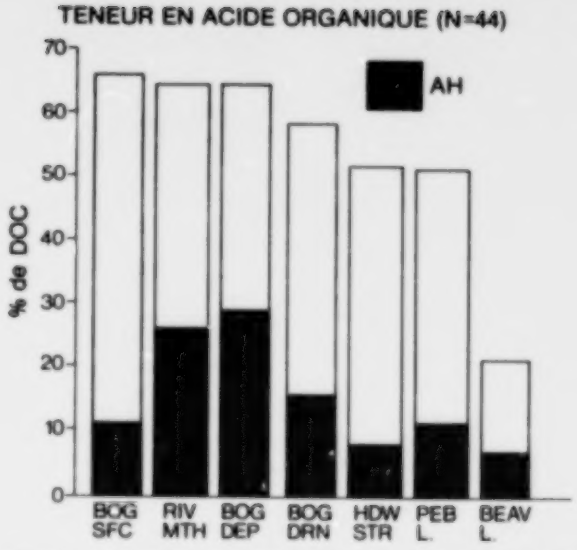


Figure 1. Somme des portions d'acides organiques provenant des eaux acides naturelles. La hauteur totale des barres = acide fulvique (hydrophobe + hydrophile) + acide humique. BOG SFC – eau d'embouchure interstitielle, 0 à 75 cm. RIV MTH – rivières près de leurs embouchures; BOG DEP – eau d'embouchure interstitielle, 1.25 à 2.0 m; BOG DRN – ruisseau de drainage de l'embouchure; HDW STR – débits des eaux frontales; PEB L. – lac Pebbleloggitch, couleur; BEAV L. – lac Beaverskin, clair; AH – acide humique.

Trois méthodes statistiques ont été utilisées pour déterminer l'ampleur de la variabilité dans les assemblages de diatomées de surface des trois lacs à l'étude : 1) analyse par grappe, 2) analyse de la variance à variable unique et à plusieurs variables, 3) analyse des composantes de la variance. Les résultats, qui se corroborent mutuellement, indiquent que les trois lacs sont considérablement hétérogènes pour ce qui est de la composition des espèces de leurs assemblages de diatomées de surface. Par conséquent, un seul échantillon aléatoire ou un petit nombre d'échantillons aléatoires ne peuvent représenter adéquatement la flore «moyenne» de diatomées d'un lac. Les échantillons considérés comme les plus représentatifs de l'ensemble du lac ont été prélevés dans les régions profondes et plates situées loin des sédiments les plus profonds. Parmi les facteurs qui influent sur la distribution des espèces, mentionnons les propriétés de l'habitat, la morphométrie du bassin et les sources allochthones de diatomées. (*Glooschenko*)

Les études sur la paléolimnologie des lacs sujets à l'acidification ont été menées à terme. D'après l'analyse des diatomées du bassin des lacs Turkey, il semble que la charge atmosphérique dans la région n'ait qu'un effet minime, sinon nul. (*Delorme*)

Transport atmosphérique des polluants. Des études sur l'utilisation de la mousse *Sphagnum* comme indicateur biologique du dépôt atmosphérique de métaux ont été effectuées. Les travaux antérieurs avaient mis l'accent sur les sources locales de métaux en Ontario et au Québec, notamment les fonderies de Sudbury et de Rouyn-Noranda. Les concentrations générales des métaux ont également été établies dans les régions éloignées de l'Ontario. En général, les mousses de l'est du Canada affichaient de fortes teneurs en métaux, sauf dans les régions éloignées du nord telles que les basses terres de la baie d'Hudson, la vallée du Bas Saint-Laurent et le Labrador. Cette augmentation de la teneur en métaux dans l'est du Canada est sans aucun doute reliée à la forte urbanisation et à l'industrialisation prononcée de la région. L'échantillonnage a été étendu aux sites boréaux de l'ouest du Canada, du Manitoba jusqu'à la côte de la Colombie-Britannique, et, au nord, jusqu'à Yellowknife (T.N.-O). Les résultats préliminaires indiquent que les teneurs en métaux sont faibles et similaires à celles observées dans les régions septentrionales éloignées de l'est du Canada. Font exception les sites situés près des fonderies de Flin Flon et de Thompson au Manitoba. Fait remarquable, la teneur en plomb dans l'ouest s'élevait à environ le quart de la teneur observée dans les sites de l'est; cela pourrait être dû à la densité automobile plus faible dans l'ouest du Canada. Cette étude montre que les mousses *Sphagnum* constituent de bons indicateurs biologiques pour le dépôt des métaux. (*Glooschenko*)

Drainage des tourbières. L'utilisation des tourbières à des fins de production de combustible ou à des fins horticoles est de plus en plus répandue au Canada. Les marécages doivent cependant être drainés avant que l'on puisse procéder aux prélèvements. Les modifications locales du régime hydrologique peuvent entraîner des changements importants dans la qualité de l'eau en aval, ce qui peut avoir un impact écologique négatif. Deux sites ont été choisis pour étudier ces effets : Barrington Bog en Nouvelle-Écosse et Sept-Îles au Québec. À Barrington Bog, des échantillons saisonniers ont été prélevés dans une tourbière destinée à fournir des combustibles, de même que dans son ruisseau de drainage naturel et dans l'estuaire dans lequel il se déverse. À Sept-Îles, les échantillons ont été prélevés dans trois marécages à différentes étapes d'exploitation horticole, ainsi que dans leurs exutoires.

Les matières organiques dissoutes (MOD) qui proviennent de ces marécages sont surtout acides et peuvent être classées comme acides fulviques. Les MOD contenues dans l'eau de porosité des couches plus profondes des tourbières contiennent une proportion plus grande d'acide humique. Pendant les périodes de faible débit (débit sec d'été), la teneur en acide humique des eaux de drainage naturelles s'accroît en fonction des périodes humides. Ce phénomène nous laisse croire que le drainage pendant les périodes sèches vient d'une plus grande profondeur dans les marécages, ce qui équivaut exactement à ce que l'on peut s'attendre après le creusage d'une tranchée. Ce changement dans les propriétés des MOD dans les eaux de drainage des marécages peut influer sur leur concentration en acide, leur capacité à lier les métaux et leur stabilité.

Les profils des éléments majeurs et mineurs ont été déterminés à partir d'échantillons d'eau de porosité prélevés dans un marécage côtier (Barrington) et d'un marécage continental (Ontario). Ces eaux manquent de Na, K, Ca et Mg comparativement aux eaux douces «normales», ce qui en fait, étant donné leur teneur élevée en MOD, d'autre part, un lieu idéal pour la formation de complexes métal-organiques. (*Bourbonniere, Glooschenko*)

Paléolimnologie. Au cours des deux derniers étés, 12 carottes ont été prélevées dans de petits lacs de la Saskatchewan et de l'Alberta. Cette étude est financée dans le cadre du programme climatique canadien. Son objectif est de fournir des données climatiques approximatives qui permettent d'examiner le rapport entre les caractéristiques chimiques des eaux de surface et le climat. Les carottes tirées du lac Humboldt, en Saskatchewan, révèlent l'existence de cinq périodes humides au cours des 120 dernières années (figure 2), périodes précédées par trois périodes pendant lesquelles les matières dissoutes totales ont augmenté de 88 %. (*Delorme*)

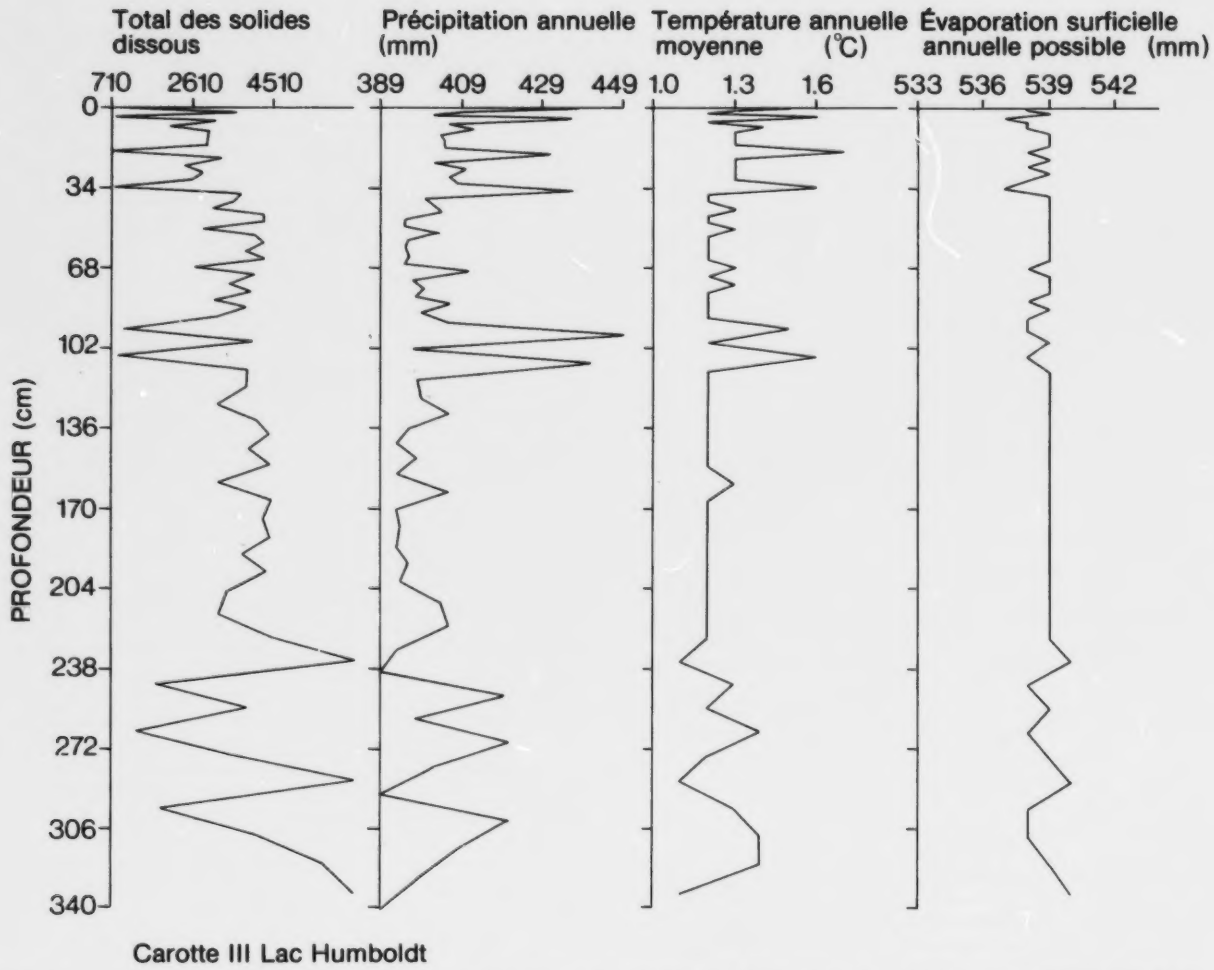


Figure 2. Propriétés d'interprétation comparée des solides dissous totaux avec trois paramètres climatiques pour une carotte tirée du lac Humboldt (Saskatchewan).

Analyse statistique des données sur la qualité de l'eau. Beaucoup d'études portant sur les problèmes environnementaux comme la qualité de l'eau des rivières et des lacs, les substances toxiques et les précipitations acides, ont en commun la nécessité de déterminer si les conditions ont changé. Le rôle de la statistique est donc ici crucial étant donné qu'il existe un certain nombre de sources de variation et que le degré apparent de changement doit être comparé à un degré approprié de variabilité. Les résultats sont de deux types : analyse de données, et mise au point de méthodes et identification. Les concentrations de pollens et de diatomées dans les carottes de sédiments ont été analysées afin de déterminer les changements qui surviennent selon la profondeur. Les données sur les contaminants toxiques ont été analysées et, en se basant sur trois séries de données, ont permis de conclure que la charge de contaminants dans la rivière Niagara augmentait entre Fort-Érié et Niagara-on-the-Lake. Une méthode permettant de grouper plusieurs profils de profondeurs en fonction de leur forme a été mise au point. Cette méthode devrait permettre de faire certaines observations sur le changement en fonction de la profondeur pour des groupes homogènes de profil. Pour faciliter les analyses statistiques, un programme en Fortran permettant d'évaluer les changements brusques a été mis au point et un projet en collaboration a été entrepris pour préparer une analyse de données et un manuel de présentation pour la Direction de la qualité des eaux. (*Esterby*)

SECTION DE LA RÉGÉNÉRATION DES GRANDS LACS

La Section de la régénération des Grands lacs a poursuivi sa recherche sur des sujets reliés à l'Accord Canada–États-Unis sur la qualité de l'eau des Grands lacs. Parmi ces sujets, mentionnons la charge interne en nutriants des lacs, la disponibilité de charges de phosphore non locales, la teneur en oxygène du lac Érié, les tendances de la qualité de l'eau dans le lac Érié, les mouvements des nutriants et des contaminants dans le fleuve Saint-Laurent et le lac Sainte-Claire, et l'écologie et les possibilités de lutte contre les macrophytes nuisibles.

Lac Érié. La compilation des données chronologiques sur la qualité de l'eau s'est poursuivie et a permis d'obtenir des documents sur les mesures de lutte contre l'eutrophisation

mises en oeuvre en vertu de l'Accord. L'épuisement de l'oxygène dans la couche de fond du bassin central suscite l'inquiétude depuis de nombreuses années; on peut s'attendre à ce que la situation s'améliore grâce à la mise en oeuvre des mesures d'atténuation actuelles; elle empirerait cependant si ces mesures étaient relâchées. Notre recherche a montré que la teneur en oxygène à la fin de l'été était étroitement reliée aux conditions atmosphériques. La figure 3 montre qu'il n'y a eu aucune tendance claire à une augmentation de la teneur en oxygène au cours des 15 dernières années, années pendant lesquelles la teneur en nutriants a baissé. Les enquêtes effectuées à l'aide de l'appareil de l'INRE permettant de dresser le profil de l'oxygène ont relevé de faibles teneurs en oxygène un peu partout en 1985, phénomène attribuable à une stratification prolongée. Par contre, les populations d'algues mesurées au moyen de la chlorophylle ont diminué de 38 % entre 1969 et 1978. La transparence, comme l'oxygène, est une caractéristique très variable, mais les eaux du large permettent quand même de voir un disque de Secchi à une profondeur de 7 m, ce qui constitue une qualité plus acceptable pour les utilisations récréatives. L'appareil à dresser les profils oxygène et température de l'INRE a bien fonctionné en 1984-1985. Un bain d'étalonnage a été construit et des recherches techniques visant à mettre au point un prototype amélioré incorporant des capteurs de la turbidité, de la conductivité et du pH ont progressé. (*Dobson, Charlton*)

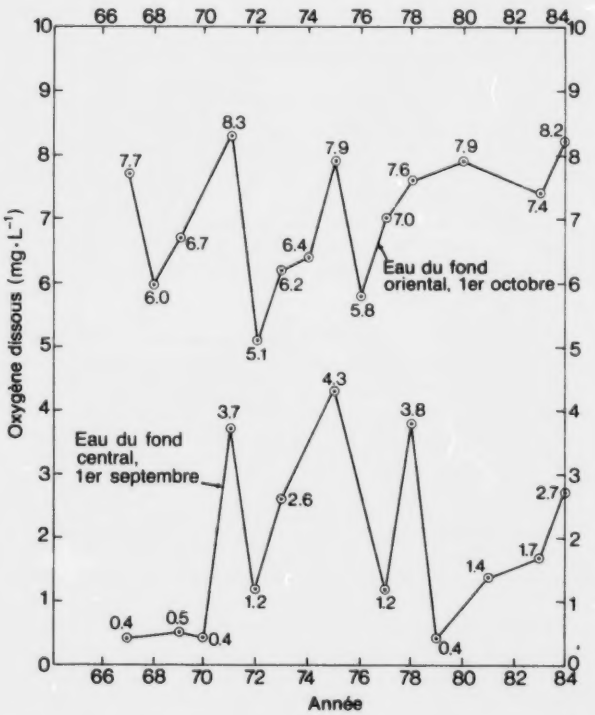


Figure 3. **Oxygène dissous dans les parties centrale et orientale du lac Érié; teneurs moyennes dans les eaux de fond à la fin de l'été de chaque année.**

La réponse des lacs au changement dans la charge en nutriants dépend des mécanismes de stockage et de libération dans les sédiments. Des expériences menées à l'aide de pièges à sédiments ont montré que de grandes quantités de phosphore sont rendues disponibles par la remise en suspension naturelle des sédiments. De nouveaux efforts ont été faits pour quantifier la charge interne par diffusion des nutriants solubles. Des échantillonneurs à dialyse ont été installés au fond du lac et ont pu s'équilibrer avec l'eau interstitielle avant d'en être retirés et soumis à une analyse chimique. Les résultats (figure 4) montrent que le phosphore soluble (PRS) est régénéré à de très fortes concentrations dans les sédiments. Ces processus de régénération pourraient être à l'origine d'importantes quantités de phosphore dans l'eau du lac. Les chercheurs sont en train de préparer un énoncé sur l'importance globale de la charge interne en nutriants dans le lac. (*Rosa*)

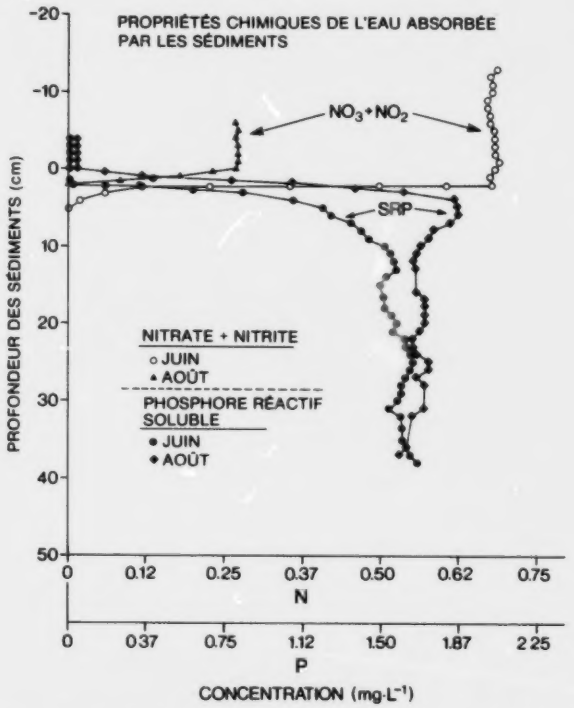


Figure 4. **Régénération du phosphore réactif soluble (PRS) dans l'eau et d'azote de l'hypolimnion lors de la stratification dans le lac Érié.**

Propriétés chimiques des sédiments. Les études sur les formes du phosphore contenu dans les sédiments ont montré qu'environ 50 % du phosphore inorganique non apatitique (PINA) peut-être régénéré. Au cours des cinq dernières années, le degré d'oxydation des sédiments du lac Érié s'est amélioré, ce qui laisse croire que, bien que la régénération attribuable à l'anoxie devrait se faire de plus en plus rare, la présence de conditions anoxiques se traduirait par une libération massive de phosphore. La teneur des sédiments du lac Ontario, dans le bassin Kingston, a été davantage réduite que celle des sédiments du lac Érié. La capacité de liaison des sédiments du lac Ontario est d'environ 3 500 t·an⁻¹ ce qui permet d'atteindre les charges cibles pour le phosphore. Les études sur les composés fer-soufre présents dans les lacs de la Colombie-Britannique et de l'Alberta ont révélé que, dans le lac Figure Eight, l'utilisation d'algicides à base de cuivre a perturbé les bactéries réductrices de sulfate normales dans les sédiments de fond, ce qui a modifié le rapport fer-soufre-phosphore dans les eaux. (*Manning*)

Lac Sainte-Claire. Dans le cadre de l'étude Canada/Ontario/États-Unis des canaux reliant les Grands lacs d'amont, une étude sur les sédiments et des relevés de la qualité des eaux ont été effectués dans le lac Sainte-Claire en 1985. Les pièges à sédiments ont prélevé des échantillons de sédiments en suspension contaminés. La vitesse d'accumulation dans les pièges était beaucoup plus élevée que dans les lacs profonds, ce qui signifie que la plupart des matières particulaires contenues dans l'eau proviennent de sédiments remis en suspension. L'étude a été coordonnée par la Division de la physique aquatique et des systèmes, la Division de l'hydraulique et la Division des polluants de l'environnement. Les analyses des polluants contenus dans les échantillons feront le lien avec les effluents industriels déversés dans la rivière Sainte-Claire. (*Charlton, Dobson*)

Fleuve Saint-Laurent. Une étude conjointe de la Division des polluants de l'environnement et de la Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, sur les invertébrés benthiques a été effectuée dans le fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Trois-Rivières. Une faune éparse mais diversifiée a été observée dans la plupart des sites. Une collection de grosses bivalves a été envoyée au laboratoire en vue d'une analyse des contaminants. Le Saint-Laurent charrie un volume considérable de sédiments en suspension, qui ont été échantillonnés à l'aide de pièges à sediments. Malgré les courants, les pièges ont capturé assez de sédiments pour permettre l'analyse des contaminants en mouvement. Les pièges se sont révélés un moyen efficace de prélever des échantillons intégrés de sédiments en suspension. (*Charlton*)

Macrophytes. L'infestation des lacs par le mille-feuille eurasien a porté atteinte aux qualités esthétiques de l'environnement et réduit les possibilités d'utilisations récréatives. La méthode de contrôle par moisson, écologiquement saine, n'a pas permis d'effectuer un contrôle à long terme. Les expériences de moisson à court terme n'ont permis de contrôler la situation efficacement que pendant l'année suivant la moisson; des expériences à long terme ont dû être effectuées pour déterminer si l'efficacité de la moisson pouvait être accrue. Entre 1981 et 1984, nous avons effectué deux moissons par année dans un lot de 2 ha du lac Buckhorn, en Ontario. La biomasse a ainsi été réduite (figure 5). La densité des mille-feuilles dans cet espace a décru et les plantes étaient plus petites. Des effets sur les propriétés chimiques des tissus et des sédiments ont été observés. Les résultats de ces expériences ont été interprétés et figurent dans un rapport portant sur la façon de maximiser l'effet de contrôle de la moisson.

L'algue nuisible *Cladophora* pousse dans les secteurs riverains rocheux des lacs Ontario, Érié et Huron. Les tempêtes se traduisent parfois par des accumulations désagréables d'algues sur les plages. *Cladophora* a été échantillonné dans le lac Ontario en 1972 et en 1982-1983 afin de déterminer si le programme de déphosphoration avait permis d'en réduire la production. La biomasse moyenne dans tout le lac a diminué de 58 % et la teneur tissulaire moyenne en phosphore dans l'ensemble du lac a décru de 59 %. Les teneurs tissulaires en phosphore n'ont pas limité la croissance en 1972; elles étaient cependant assez faibles pour limiter la croissance en 1982-1983. De nombreux exposés ont été faits devant des groupes de citoyens préoccupés par l'impact des

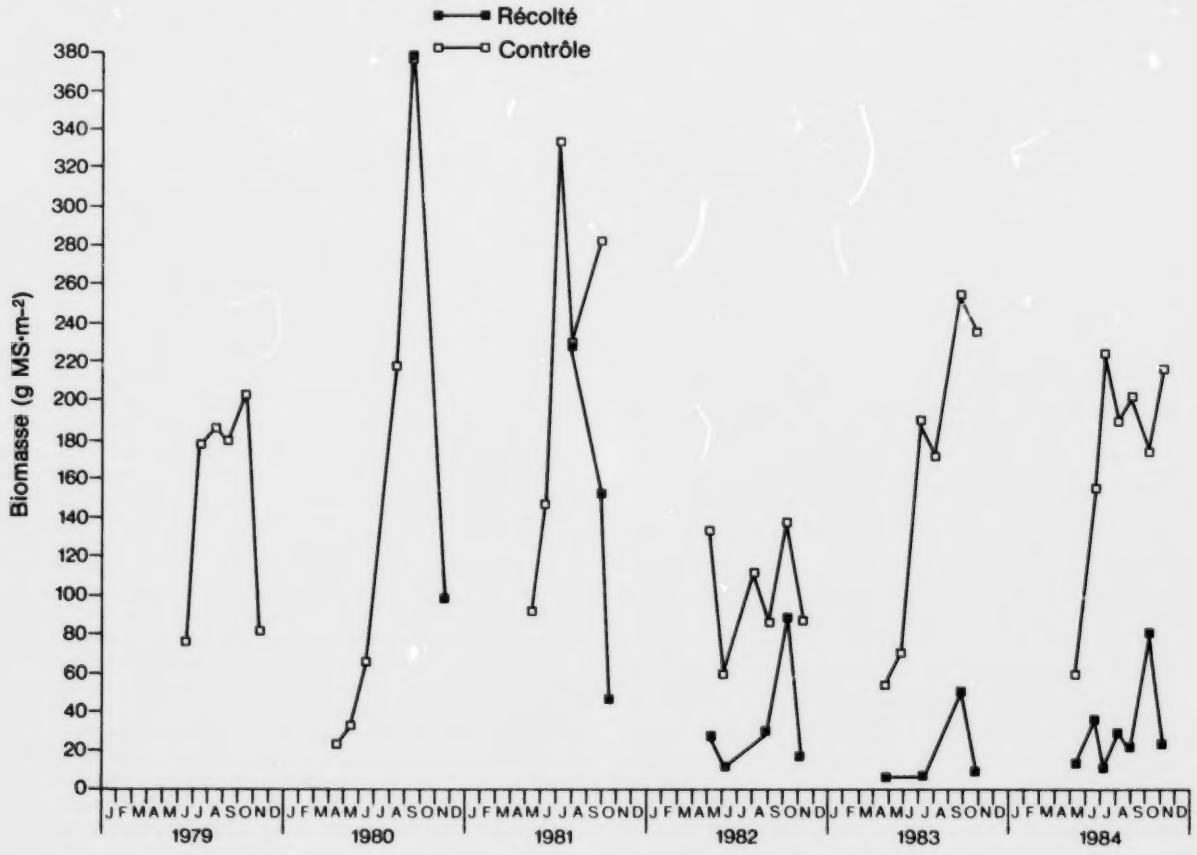


Figure 5. L'effet des moissons sur la biomasse des mille-feuilles. MS — masse sèche.

macrophytes sur les ressources en eau qu'ils utilisent. Les vitesses de croissance prévues sont aujourd'hui également limitées par la teneur tissulaire en phosphore (figure 6). (*Painter*)

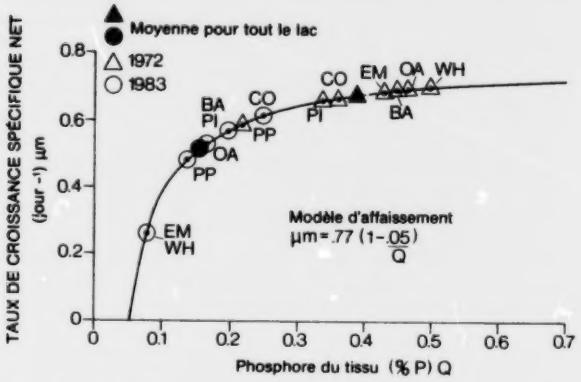


Figure 6. **Phosphore du tissu en 1972 et 1983 relatif au modèle croissance-nutrient de Auer et Canale. Pour les symboles, voir Painter et Kamaitis (1985) dans la liste des publications à la fin du chapitre.**

SECTION DU CHEMINEMENT DES NUTRIANTS

La Section du cheminement des nutriants a poursuivi ses recherches sur les méthodes de régénération des lacs, les problèmes de goût et d'odeur des approvisionnements en eau municipaux, les effets des substances toxiques et des nutriants sur les processus biologiques (c'est-à-dire la productivité dans algues et des bactéries et les activités métaboliques), ainsi que sur les rôles fonctionnels de diverses substances organiques choisies présentes dans les eaux des lacs.

Écologie microbienne. Les effets de certains métaux lourds sur l'activité métabolique (incorporation dans l'ADN de ^{3}H-thymidine) des populations bactériennes naturelles observées dans le port de Hamilton ont été déterminés. Les organismes se sont révélés très sensibles au mercure (CE_{50} = <0.001 ppm) et au cuivre (CE_{50} = 0.027 ppm). Les organismes ont été perturbés à un degré moindre par l'aluminium et le cadmium (CE_{50} respectives de 0.29 et 1.40 ppm). L'incorporation de thymidine n'était pas touchée par la présence de 50 ppm d'atrazine. Une méthode modifiée de purification de l'ADN a permis d'améliorer la précision de la détermination de la productivité bactérienne. (*Burnison*)

L'un des faits saillants dans ce domaine a été le symposium international d'écologie microbienne aquatique tenu au Centre canadien des eaux intérieures du 13 au 15 mai 1985. Trente-cinq conférenciers venant de neuf pays différents ont fait état de la situation de leurs recherches. (*Burnison*, Rao — Division des méthodes analytiques)

Composés organiques naturels. La capacité de former des films organiques des fibrilles colloïdales contenues dans l'eau des lacs a fait l'objet d'une étude. Les particules organiques en suspension (>5 µm de diamètre) étaient habituellement recouvertes d'une pellicule externe de fibrilles. À l'intérieur des particules mixtes complexes (dont la taille était due à l'agrégation de petites particules), les fibrilles ont été identifiées comme le matériel adhésif entre les petites particules. Les fibrilles semblent donc moduler la sédimentation des petites particules au moyen de deux mécanismes : 1) un mécanisme de «lubrification» de surface, qui joue sur la réduction de la résistance, 2) un mécanisme de «collage» naturel, qui facilite la floculation. À partir de ces renseignements, on peut supposer que beaucoup des interactions particules-contaminants ne peuvent être modélisées convenablement sans tenir compte de la modulation des interactions par les fibrilles. Une étude conjointe de la Division d'écologie aquatique et de l'université de Genève a permis de mettre au point une méthode pour isoler une fraction non dégradée d'acide fulvique provenant de l'eau du lac. À l'aide d'isolats purifiés provenant de l'acide fulvique natif, les propriétés d'agrégation (perte de la solution sur les surfaces) de cette substance formant des complexes métalliques ont été déterminées. À l'aide de méthodes physico-chimiques, la formation des colloïdes a été décrite en terme de changement dans le poids moléculaire, de degré d'hydratation et d'interactions fulviques-acides fulviques. La déshydratation, facilitée en surface, s'est révélée comme le mécanisme qui forme les pellicules colloïdales organiques à partir des acides fulviques à l'état dissous. La meilleure compréhension que nous avons maintenant de ces mécanismes pourrait nous permettre de mieux connaître les changements de l'état des métaux dans les écosystèmes aquatiques et d'établir des méthodes pour fractionner l'eau des lacs par ultrafiltration. (*Leppard*)

Au cours de l'été 1984, les approvisionnements en eau de Regina en Saskatchewan ont été évalués pour le goût et l'odeur dans le cadre d'un projet conjoint de la Direction de la qualité des eaux (région de l'Ouest et du Nord) et de la ville de Regina. Les résultats de ce projet ont été intégrés à une étude d'évaluation plus vaste, parrainée par les villes de Regina et de Moose Jaw, effectuée avant le démarrage d'un procédé de filtration au charbon actif granulaire à l'usine de traitement des eaux de Buffalo Pound en vue d'éliminer les problèmes de goût et d'odeur des eaux. La ville de Regina voulait également étudier les variations spatiales des composés organoleptiques dans toute la ville afin de déterminer s'ils pouvaient être produits directement dans le système de distribution. Des analyses quantitatives de géosmine et de 2-méthylisobornéol ont été effectuées sur des échantillons provenant du système de distribution ainsi que sur les eaux brutes et traitées de l'usine de filtration de Buffalo Pound. De la géosmine a été détectée dans la plupart des échantillons tandis que le 2-méthylisobornéol en était absent. Les teneurs maximales ont été observées à la fin du mois d'août (figure 7). Les concentrations élevées observées dans les eaux traitées peuvent s'expliquer de deux facons : 1) la méthode d'analyse donne des

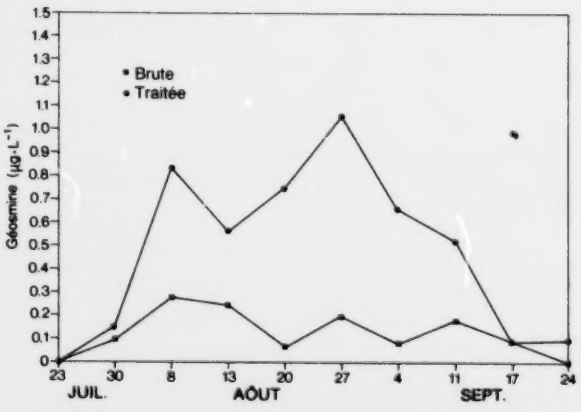


Figure 7. **Concentration de géosmine dans l'eau brute et traitée du lac Buffalo Pound (Saskatchewan), 1984.**

taux de récupération de géosmine plus faibles dans les échantillons d'eau brute, 2) la géosmine est libérée des cellules d'algues qui s'ouvrent pendant le traitement des eaux. Les données que nous possédons à l'heure actuelle vont dans le sens de cette dernière hypothèse. (*Brownlee*)

Régénération des lacs. L'Institut a donné des conseils sur les méthodes de régénération des lacs à divers organismes provinciaux pour un certain nombre de lacs. Il est très important de bien comprendre le cycle du fer dans les lacs avant de choisir une méthode de régénération. Les études effectuées dans les lacs Frisken et Chain en Colombie-Britannique ont montré que les sédiments de ces deux lacs étaient riches en pyrite. On croit que la formation de pyrite contribue à la limitation du fer que l'on observe couramment dans les lacs du plateau Thompson en Colombie-Britannique. Les traitements à la chaux effectués dans le lac Frisken en 1983 et en 1984 ont eu pour effet à long terme d'améliorer la clarté de l'eau. La figure 8 montre que les teneurs en phosphore étaient inférieures à celles qui précèdent le traitement et semblables aux teneurs relevées pendant l'été où le lac était traité. Les concentrations de chlorophylle étaient inférieures après le traitement, mais pas aussi faibles que pendant l'été où le lac a été traité (les proliférations d'algues bleu-vert ont été éliminées pendant l'été 1984). Le traitement à la chaux a également eu pour effet de réduire 50 % du carbone organique dissous (COD) dans les eaux du lac. L'élimination du COD s'est traduite par une augmentation de l'efficacité du traitement à la chaux. Dans le lac Figure Eight en Alberta, qui avait été traité auparavant avec du sulfate de cuivre, les analyses ont indiqué que la formation de pyrite avait été limitée et que l'assimilation bactérienne de l'acétate avait été complètement supprimée dans les sédiments lacustres. Les chercheurs croient que la toxicité du cuivre est à l'origine de la disparition des amphipodes et de l'absence de chironomidés dans les sédiments de surface. (*Murphy*)

Traitement des nutriants. Un projet conjoint de la Division d'écologie aquatique et de la Division de la physique aquatique et des systèmes a intégré l'influence des vents et des températures sur les courants et les configurations de stratification aux études sur les nutriants (Direction de la qualité de l'eau — Région de l'Ontario, et Division d'écologie aquatique). Des tendances saisonnières dans les changements dans les nutriants ont été observées dans une coupe transversale du lac partant de Port Hope. Les indicateurs physiologiques d'une déficience en phosphate ont été comparés afin d'établir la durée et le degré de limitation du phosphate dans la croissance du phytoplancton. La vitesse de régénération des nutriants attribuable au pâturage du zooplancton a été calculée et le spectre des tailles du plancton a été relié au niveau de déficience en nutriants. La vitesse de recyclage du phosphore dans la zone trophogène a été calculée et un diagramme d'écoulement détaillé a été établi. Un numéro spécial du *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (en cours de rédaction) contiendra des articles sur l'évaluation des nutriants dans le lac Ontario. (*Lean*)

LISTE DU PERSONNEL

Chef — J.M. Barica, B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Secrétaire — M. Jurkovic
Agent d'administration — F. Boyd

Section de la dynamique des nutriants

Chef	
B.K. Burnison, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	écologie microbienne, biochimie des colloïdes des lacs

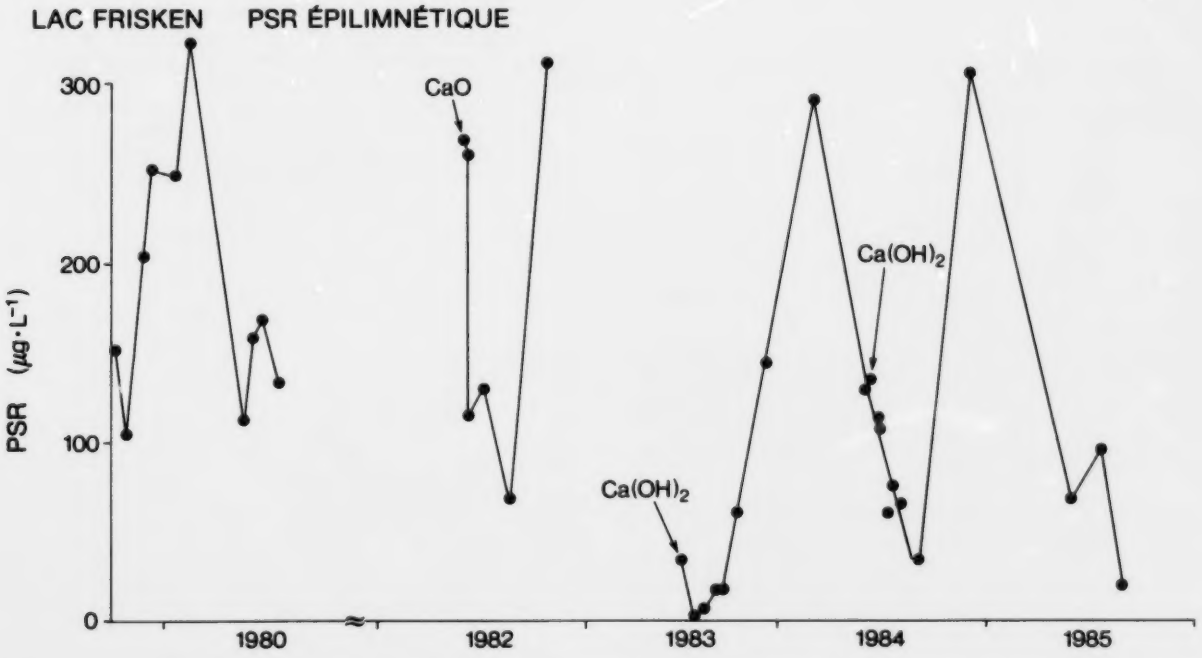


Figure 8. Concentration du phosphore réactif soluble (PRS) de l'épilimnion dans le lac Frisken (C.-B.).

Chercheurs

A. Abbott, B.Sc.	études cinétiques du phosphore et analyse des données
B.G. Brownlee, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	composés organoleptiques, nutriants
R.S. Lean, B.Sc., Ph.D.	génie des écosystèmes, physiologie du phytoplancton
G.G. Leppard, B.A., B.S., MA., M.S., M.Phil., Ph.D.	biophysique aquatique, ultrastructure des colloïdes des lacs
T.P. Murphy, B.Sc., M.Sc.	limnologie, régénération des lacs

Chercheur scientifique invité

H.J. Fricker, Ph.D.	pâturage de zooplancton, répartition des tailles

Personnel Technique

K. Edmonson, B.Sc.
G.A. MacInnis, B.Sc.
D.J. Nuttley
D. Urciuoli, B.Sc.

Section de régénération des Grands lacs

Chef

M.N. Charlton, B.Sc., M.Sc.	productivité des lacs, oxygène, sédimentation

Chercheurs

H.F.H. Dobson	régime des nutriants
L.L. Kalas, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	écologie benthique
P.G. Manning, B.Sc., Ph.D.	interactions sédiments-eau
D.S. Painter, B.Sc., M.Sc.	écologie des macrophytes aquatiques
F. Rosa, B.Sc.	oxygène, dépôt de particules, remise en suspension, lac Érié

Personnel technique

W.G. Booth
T. Mayer, M.Sc.
J. Wood, B.Sc.

Bénévoles

Lise Parent
Dirk Roels
Angela Bianchi

Section de l'impact écologique

Chef

W.A. Glooschenko, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	écologie des terres humides, géochimie des sédiments, impact de la tourbe
S.R. Esterby, B.A., Ph.D.	statistiques appliquées, spécialisation en limnologie et écologie

Chercheurs

R.A. Bourbonniere, B.A., M.Sc., Ph.D.	géochimie organique
L.D. Delorme, B.A., M.Sc., Ph.D.	paléolimnologie
J.O. Nriagu, B.Sc., M.S., Ph.D.	géochimie, cycle des oligo-éléments et du soufre dans les écosystèmes aquatiques
H.K.T. Wong, B.Sc.	géochimie, géochronologie

Chargés de recherche postdoctorale

Y.K. Soon, Ph.D.	chimie des sols, cycle des nutriants
D. Holdway, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	géochimie

Personnel technique

R. Coker
N. Harper, B.S.
L.D. Hooloway, B.Sc.

Bénévole

Johanne Legault, B.Sc.

COMITÉS DONT FAIT PARTIE LE PERSONNEL DE LA DIVISION

J. Barica

- Comité de rédaction, *Water Pollution Research Journal of Canada*
- Représentant national canadien, SIL/SCL
- Groupe de travail sur les Grands lacs, groupe sur la question de l'eutrophisation
- Groupe de recherche aquatique des plaines, comité exécutif
- Groupe des colloques, comité canadien IAWPRC
- Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux*, OMS

R.A. Bourbonniere

- Comité de l'environnement sur la tourbe

B.K. Burnisson

- Comité de contrôle des radionuclides du CCEI
- Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux*, OMS
- Colloque international sur l'écologie microbienne aquatique, co-président

M.N. Charlton

- Groupe d'étude sur la surveillance du lac Érié
- Groupe d'étude sur la surveillance du lac Supérieur
- Groupe d'étude sur la surveillance IOC
- Sous-comité sur la surveillance COA
- Rédacteur adjoint, *Journal Great Lakes Research*
- Conseil d'administration, International Association for Great Lakes Research

L.D. Delorme

Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources

UICNR, comité du service de survie

Comité canadien des fluctuations climatiques et de l'homme

Groupe d'étude sur les données de mesures supplétives

Service de l'environnement atmosphérique, personne-ressource pour le Comité du gaz carbonique, DGEI

S.R. Esterby

Comité canadien des fluctuations climatiques et de l'homme

W.A. Glooschenko

Comité sur l'environnement (tourbe), MDE, président 1985–1986

Comité de rédaction, *Géoscience Canada*

Groupe sur le charbon, MDE

Groupe de travail sur les terres humides nationales

Comité canadien de la classification des terres écologiques

Société des chercheurs scientifiques sur les terres humides — Président 1983–1984; représentant du Canada depuis 1985

D.R.S. Lean

Groupe consultatif sur les méthodes normalisées

S. Painter

Comité des directives de collecte des plantes aquatiques

Société de gestion des plantes aquatiques, comité local

J.O. Nriagu

Comité national canadien pour le SCOPE

Comité scientifique du SCOPE sur les cycles des métaux

Comité international sur les symposiums sur la biochimie de l'environnement

Comité de rédaction, *Chemical Geology*

Comité de rédaction, *Tellus*

Co-réacteur, *Science of the Total Environment*

Rédacteur, *Advances in Environmental Science and Technology*

Comité de rédaction, *Reclamation and Revegetation Research*

Comité associé du CNR sur les critères scientifiques concernant la qualité de l'environnement, sous-comité des métaux lourds

PUBLICATIONS

Anderson, J.E., A.H. El-Shaarawi, **S.R. Esterby,** et T.E. Unny. 1984. Dissolved oxygen concentrations in Lake Erie (U.S.A.–Canada), 1. Study of spatial and temporal variability using cluster and regression analysis. J. Hydrol., 72: 209–229.

Brownlee, B.G., D.S. Painter, et R.J. Boone. 1984. Identification of taste and odour compounds from western Lake Ontario. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 111–118.

Carignan, R., et **D.R.S. Lean.** Lake chemistry as influenced by diffusive fluxes of dissolved substances across the sediment-water interface of a seasonally anoxic lake. Limnol. Oceanogr. Sous presse.

Carignan, R., et **J.O. Nriagu.** 1985. Trace metal deposition and mobility in the sediments of two lakes near Sudbury, Ontario. Geochim. Cosmochim. Acta, 49: 1753–1764.

Caron, D.A., F.R. Pick, et **D.R.S. Lean.** 1985. Chroococcoid cyanobacteria in Lake Ontario: vertical and seasonal distributions during 1982. J. Phycol., 21: 171–175.

Charlton, M.N. 1985. Lake Erie oxygen revisited. NWRI Contribution No. 85–37. Submitted to J. Great Lakes Res.

Charlton, M.N. Organic material sedimentation rates in Lake Erie, 1979. Submitted to J. Great Lakes Res. Sous presse.

Dobson, H.F.H. 1984. Atlas de chimie de l'eau du lac Ontario. Direction générale des eaux intérieures Ottawa. Étude nº 139, Série scientifique, 62 p.

El-Shaarawi, A.H., et **S.R. Esterby.** 1984. Statistical analyses of Niagara River data for the Niagara River Toxics Committee report. NWRI Contribution No. 84–37.

El-Shaarawi, A.H., **S.R. Esterby,** N.D. Warry, et K.W. Kuntz. 1985. Evidence of contaminant loading to Lake Ontario from the Niagara River. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 42(7): 1278–1289.

Esterby, S.R. 1985. Statistical methods for studying biotic responses to persistent toxic substances. NWRI Contribution No. 85–106.

Esterby, S.R. 1985. Programme pour calculer le point de changement et le degré dans une régression polynomiale. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Burlington (Ontario), Étude nº 147, Série scientifique, 13 p.

Esterby, S.R., et A.H. El-Shaarawi. 1984. Coliform concentration in Lake Erie — 1966 to 1970. Hydrobiologia, 111: 133–146.

Esterby, S.R., L.D. Delorme, H. Duthie, et **N.S. Harper.** 1985. Analysis of multiple depth profiles in sediment cores: An application to pollen and diatom data. Hydrobiologia. Sous presse.

Glooschenko, W.A. 1986. Monitoring the atmospheric deposition of metals by use of bog vegetation and peat profile. Adv. Environ. Sci. Technol., 17: 507–533.

Glooschenko, W.A., R.A. Bourbonniere, et W. Shotyk. 1985. Environmental impact of peat harvesting and combustion upon aquatic ecosystems. Symposium 85 — A Technical and Scientific Conference on Peat and Peatlands, NWRI Contribution No. 85–100. Sous presse.

Glooschenko, W.A., L. Holloway, et N. Arafat. 1986. The use of mires in monitoring the atmospheric deposition of heavy metals. Aquatic Botany. Sous presse.

Harper, N.S. 1985. Palynology from Humboldt Lake (Core 111), Saskatchewan. Tech. Note AED-85-4, NWRI, Burlington (Ontario), 20 p.

Holloway, L., et **L.D. Delorme.** 1985. Specific gravity determinations of sediments from Humboldt Lake (Core 111) and Lonetree Lake (Core 115), Saskatchewan. Tech. Note AED-85-6, Burlington (Ontario), 21 p.

Holloway, L., et **L.D. Delorme.** 1985. Specific gravity determinations of sediments from Saskatchewan Lake cores (108, 109, 118, 120). Tech. Note AED-85-1, NWRI, Burlington (Ontario), 12 p.

Holloway, L., et **L.D. Delorme.** 1985. Specific gravity determinations of sediments from Alberta Lake cores (110, 112, 113, 114, 116, 117). Tech. Note No. 2, AED-85-2, NWRI, Burlington (Ontario), 17 p.

Leppard, G.G. 1984. The ultrastructure of lacustrine sedimenting materials in the colloidal size range. Arch. Hydrobiol., 101: 521–530.

Leppard, G.G. 1984. Organic coatings on suspended particles in lake water. Arch. Hydrobiol., 102: 265–269.

Leppard, G.G. 1984. Relationships between fibrils, colloids, chemical speciation and the bioavailability of trace heavy metals in surface waters — a review. NWRI Contribution No. 84–45.

Leppard, G.G. 1985. Transmission electron microscopy applied to water fractionation studies — a new look at DOC. Water Pollut. Res. J. Can., 20(2): 100–110.

Leppard, G.G., J. Buffle, et R. Baudat. 1985. A description of the aggregation properties of aquatic pedogenic fulvic acids — combining physicochemical data and microscopical observations. Water Res. Sous presse.

Manning, P.G., T. Birchall, et W. Jones. 1984. The partitioning of nonapatite inorganic phosphorus in sediments from Lakes Erie and Ontario. Can. Mineral., 22: 357–365.

Manning, P.G., K.R. Lum, **H.K.T. Wong**, et T. Birchall. 1985. Origin and age of the ferrihydrite layer in Lake Ontario sediments. Can. Mineral. 23: 103–110.

Martini, J.P., et **W.A. Glooschenko.** 1985. Cold climate peat formation in Canada and its relevance to Lower Permian coal measures of Australia. Earth-Sci. Rev., 22: 107–140.

Mathias, J.A., et **J. Barica.** 1985. Gas supersaturation as a cause of early spring mortality of stocked trout. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 268–279.

Mayer, T. 1984. Phosphorus mobility in sediments upon lake acidification. NWRI Contribution No. 84–44.

Mayer, T. 1985. A review of procedures for evaluation of bioavailable phosphorus in particulate materials. NWRI Contribution No. 85–105

Mayer, T., et J.R. Kramer. 1985. Effect of lake acidification on the uptake of phosphorus by sediments. NWRI Contribution No. 85–104. Submitted to Water, Air and Soil Pollution.

McQueen, D.J., **D.R.S. Lean**, et M.N. Charlton. Iron-phosphorus interactions in anoxic and aerated hypolimnetic water. Water Res. Sous presse.

Murphy, T.P., K.J. Hall, K.I. Ashley, A. Mudroch, M. Mawhinney, et H. Fricker. 1985. In-lake precipitation of phosphorus by lime treatment. NWRI Contribution No. 85–167.

Nagy, E., et **D.S. Painter.** 1985. Season variations of 2,4-D in Buckhorn Lake. Water Pollut. Res. J. Can., 20(1): 106–116.

Nriagu, J.O. 1985. Cupellation: The oldest quantitative chemical process. J. Chem. Educ., 62: 668–674.

Nriagu, J.O. 1985. Lead contamination of the Canadian environment. In Proc. Health Effects Workshop, Commission on Lead in the Environment, Société royale du Canada. Sous presse.

Nriagu, J.O. 1985. Historical perspective on the contamination of food and water with lead. Dans *Dietary and Environmental Lead*, Préparé par K.R. Mahaffey, Elsevier, Amsterdam, pp. 1–41.

Nriagu, J.O., et Y.K. Soon. 1985. Distribution and isotopic composition of sulphur in sediments of northern Ontario. Geochim. Cosmochim. Acta, 49: 823–834.

Oliver, B.G., et **R.A. Bourbonniere.** 1985. Chlorinated contaminants in surficial sediments of Lakes Huron, St. Clair and Erie: implications regarding sources along the St. Clair and Detroit rivers. J. Great Lakes Res., 11: 366–372.

Painter, D.S., et G. Kamaitis. 1985. Reduction of *Cladophora* biomass and tissue phosphorus in Lake Ontario, 1972–1983. NWRI Contribution No. 85–39.

Painter, D.S., et J. Waltho. 1985. Short-term effect of harvesting on milfoil growth. NWRI Contribution No. 85–36. Submitted to Proc. 1st Int. Symp. on Eurasian watermilfoil.

Rosa, F. 1985. Sedimentation and sediment resuspension in Lake Ontario. J. Great Lakes Res., 11(1): 13–25.

Solomon, K.R., J.Y. Yoo, **D.R.S. Lean**, N.K. Kaushik, K.E. Day, et G.L. Stephenson. A study on the evaluation of the impact of Permithrin on aquatic communities. II. Permithrin dissipation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Sous presse.

Solomon, K.R., J.Y. Yoo, **D.R.S. Lean**, N.K. Kaushik, K.E. Day, et G.L. Stephenson. Methoxychlor distribution, dissipation and effects in freshwater limnocorrals. Environ. Toxicol. Chem. Sous presse.

Wong, H.K.T., et **J.O. Nriagu.** 1985. Particulate metal dynamics in lakes near the smelters at Sudbury, Ontario. In Proc. of Trace Substances and Environmental Health, Vol. 18, D.D. Hemphill (ed.), University of Missouri at Columbia, pp. 416–426.

Wong, H.K.T., et **J.O. Nriagu.** 1985. Flux of particulate metals into a remote lake in Algonquin Park, Ontario. In Proc. of Trace Substances and Environmental Health, Préparé par D.D. Hemphill. Sous presse.

La Division de la physique aquatique et des systèmes exécute des programmes de recherche intégrée et multidisciplinaire dans les domaines généraux de la limnologie physique, de la spectro-optique de l'environnement et de la télédétection, de la modélisation et la simulation de l'environnement, et de l'acidification des systèmes aquatiques. La Division contribue à la gestion des ressources en eau douce du Canada à deux niveaux. D'abord, elle contribue à la compréhension fondamentale des processus physiques et à l'élucidation des interactions entre les divers éléments des systèmes aquatiques. Ensuite, grâce à l'application de modèles, la Division effectue un niveau de synthèse qui permet d'identifier et d'évaluer les diverses options en matière de gestion des eaux dans les systèmes aquatiques complexes. La Division aide également à la gestion des données, à la tenue des archives et à la programmation des ordinateurs dans les divers programmes de recherche de l'INRE et du Centre de collaboration avec l'OMS. Ces responsabilités sont partagées par quatre sections : limnologie physique, simulation de l'environnement, spectro-optique de l'environnement et gestion des données.

SECTION DE LA LIMNOLOGIE PHYSIQUE

Cette section a pour objectif de décrire et de quantifier les phénomènes physiques tels que le transport moyen et le brassage turbulent afin d'aider à l'interprétation des expériences biologiques et chimiques et des mesures de surveillance, et de documenter les grandes questions concernant la qualité de l'eau en matière de transport et de dilution des effluents contaminés. Pour atteindre son objectif, la Section recueille des observations sur le terrain, analyse et interprète des données, et fait la synthèse des résultats obtenus au moyen d'études théoriques et de modélisation. Le travail de la Section consiste surtout à aider les programmes multidisciplinaires de l'Institut. Parmi les autres clients et collaborateurs, mentionnons les organismes provinciaux (le ministère ontarien de l'Environnement, le ministère ontarien des Ressources naturelles, Hydro-Ontario), les autorités municipales et les firmes d'ingénieurs-conseils.

Études du lac Érié. Bien que la publication du rapport synthèse sur les expériences menées en 1979 et 1980 dans le lac Érié ait été retardée, un numréo spécial du *Journal of Great Lakes Research* faisant état des nouveaux progrès scientifiques accomplis doit paraître au début de 1986. Un rapport très étroit entre la structure thermique transitoire et les courants périodiques de quasi inertie a été démontré. Ce phénomène a été confirmé par l'analyse des données du système d'établissement de profils prototype GVAPS. Un modèle d'onde de tempête à éléments finis a été mis au point et testé sur la série de données sur le lac Ontario, série qui inclue les données des marégraphes en eau profonde. Ce modèle est le premier du genre. (*Boyce, Hamblin*)

Études du lac Ontario. L'analyse de l'expérience sur la circulation menée en 1982-1983 dans le lac Ontario a abouti à la publication d'un rapport important par Simons et Schertzer et d'une série de documents connexes. L'écoulement persistant vers l'est le long de la rive sud du lac et l'écoulement correspondant vers l'ouest au milieu du lac peuvent être reliés à la distribution des contaminants dans les sédiments du lac.

Les préoccupations soulevées par la juxtaposition des ouvrages de décharge et des prises d'eau potable le long de la rive densément peuplée et fortement industrialisée du lac Ontario ont suscité la mise sur pied d'un programme multidisciplinaire sur le terrain en 1984. L'étude physique, qui comportait l'installation d'un réseau de chaînes à thermistors entre Hamilton et Cobourg, a insisté sur la formation d'épisodes d'écoulement le long du rivage là où des études antérieures avaient insisté sur la structure transversale de la couche limite côtière. La vitesse du courant riverain dépasse souvent 20 km $\cdot$jour^{-1} et les épisodes séparant les inversions de courant durent de cinq à dix jours; le déplacement d'eau potable le long du rivage peut dépasser 100 km. (*Simons*)

Études de la rivière Niagara. Les expériences sur le terrain se sont poursuivies dans la région de la rivière Niagara pendant la saison de terrain 1984 et 1985. Parmi les réalisations intéressantes, mentionnons les trajectoires à long terme obtenues au moyen de dériveurs suivis par satellite, dont on trouvera un exemple à la figure 9. Le programme de dériveurs a été exploité en étroite collaboration avec le Great Lakes Environmental Research Laboratory (U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]) de Ann Arbor, Michigan. Ces études ont été effectuées dans le cadre des enquêtes sur les contaminants toxiques entreprises par la Division des polluants de l'environnement. (*Murthy*)

Expériences dans le lac Sainte-Claire. Ce programme d'étude physique a été entrepris dans le cadre de l'étude des canaux reliant les Grands lacs d'amont et portait principalement sur le lac Sainte-Claire. Elle a été coordonnée avec les programmes mis au point par le laboratoire de l'EPA américaine à Grosse-Ile et au laboratoire du NOAA à Ann Arbor. Le projet avait deux objectifs. Le premier était de recueillir suffisamment d'informations sur la distribution des courants horizontaux dans le lac pour vérifier un modèle de circulation numérique. Le second était d'étudier le transport des matières en suspension dans le lac en tenant compte du fait qu'elles constituent un important véhicule pour les contaminants organiques. Le gros des informations obtenues à l'aide des courantomètres a été recueilli à l'aide de courantomètres acoustiques Neil Brown avec mise en moyenne des vecteurs (modèle SACM). C'est la première fois que nous nous servons de ces instruments et les résultats obtenus ont été très encourageants (>90 %). Une tour a été installée au milieu du lac et équipée d'instruments afin de servir de point de repère dans le cadre d'une expérience intensive sur la remise en suspension des sédiments effectuée en septembre et octobre 1985. (*Bull*)

Études des lacs de tête du Yukon. Une série de profils de températures sous la glace établie pour les régions exutoires de plusieurs lacs de tête du Yukon a permis d'accumuler des connaissances plus détaillées sur la dynamique du débit sortant des lacs et d'estimer le coefficient de transfert de chaleur entre la glace et l'eau. Cette information est essentielle à la modélisation des lacs recouverts de glace. (*Hamblin*)

Figure 9. **Expérience de mouillage lagrangien pour suivre le panache de la rivière Niagara, 15 octobre au 20 novembre 1984.**

SECTION DE LA SIMULATION DE L'ENVIRONNEMENT

Le principal objectif de cette Section est le développement et le maintien d'une faculté de modélisation en vue d'intégrer les résultats de recherche et les données des diverses disciplines des sciences de l'eau. Cet objectif est atteint par la mise au point d'une structure générale de modélisation qui peut être facilement adaptée à une vaste gamme de problèmes écologiques comme l'eutrophisation des lacs, la pollution par les substances toxiques et l'acidification des bassins versants. L'objectif de la modélisation est triple : faire des prévisions et fournir des principes directeurs ainsi que des analyses des tendances pour les problèmes de gestion de l'environnement; renseigner les responsables des programmes de recherche et de surveillance en cours sur les points à élucider; faire en sorte que la Division de la physique aquatique et des systèmes demeure hautement compétente en matière de systèmes de modélisation, et consolider les efforts de modélisation en collaborant étroitement avec les autres divisions.

Modèle des contaminants dans la rivière Sainte-Claire. Le bassin de la rivière Sainte-Claire relie le lac Huron et le lac Érié. Un grand nombre d'industries se trouvent sur ses rives et y puisent de grandes quantités d'eau (environ 6000 $m^3 \cdot s^{-1}$). La présence de contaminants toxiques dans les eaux et les sédiments du fond de la rivière est attribuable au développement industriel le long de ses rives et des berges des lacs. Pour évaluer les dangers que représentent les produits chimiques qui se trouvent dans la rivière, on peut avoir recours à la modélisation et à la simulation mathématique qui permettent de quantifier et de prévoir les concentrations de produits chimiques dans divers secteurs du bassin, tel que le lac Sainte-Claire. Le modèle informatique intègre les informations sur les propriétés chimiques et les informations sur les propriétés environnementales et produit ainsi des prévisions fiables sur l'évolution des contaminants toxiques qui se trouvent dans le bassin. Le modèle mathématique TOXFATE, utilisé auparavant pour prévoir l'évolution des contaminants toxiques pénétrant dans le lac Ontario à partir de la rivière Niagara, est en train d'être adapté pour permettre la simulation des conditions environnementales du bassin de la rivière Sainte-Claire. TOXFATE est couplé à un modèle hydrodynamique du lac Sainte-Claire dans le but de prévoir les tendances dans la distribution spatiale des contaminants toxiques et des nutriants dans l'eau et les sédiments de fond. Les résultats des simulations peuvent être obtenus à l'aide d'ordinateurs personnels comme le Commodore 64 ou le IBM PC; la figure 10 donne un exemple d'un tel affichage interactif. (*Halfon, Simons*)

La charge en contaminants de la rivière Niagara. Deux hypothèses ont été émises concernant la distribution des concentrations de polluants le long de la rivière Niagara. Selon la première, cette concentration est la même sur toute la longueur de la rivière; selon la seconde, elle est généralement plus élevée dans la portion aval. Des méthodes statistiques et des analyses par grappes avec liens complets ont été utilisées pour vérifier ces hypothèses. Ces méthodes ont été appliquées aux données observées sur les matières organiques chlorées et les métaux lourds recueillis dans de gros échantillons d'eau et dans les sédiments en suspension prélevés à cinq stations (fig. 11) : fort Érié (FE), Chippawa (C), Wheatfield (W), Queenston (Q) et Niagara-on-the-Lake (NOTL), un ou

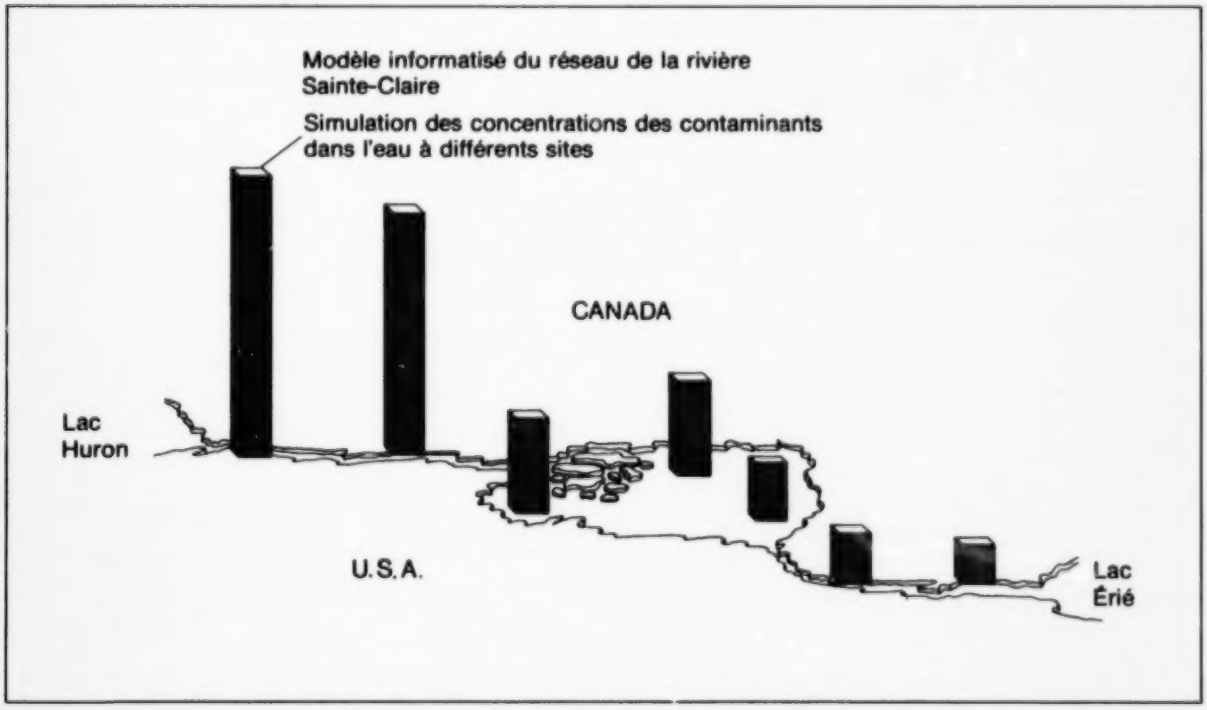


Figure 10. Exemple de présentation interactive dessinée par un IBM PC avec modèle TOXFATE. Le réseau hydrographique de la rivière Ste-Claire se trouve entre les lacs Huron et Érié. Les villes de Sarnia et de Detroit se trouvent sur ses rives.

deux échantillons étant prélevés par mois à chaque station pendant les mois de mai, juillet et octobre-novembre 1981. Les résultats généraux montrent que les concentrations à NOTL et à Q sont semblables entre elles mais différentes des concentrations relevées aux autres endroits. Les stations FE, C et W forment toujours un groupe unique.

Plus précisément, on a trouvé que sur 30 produits chimiques, 16 affichaient des augmentations importantes de leur concentration en aval, tandis que 8 autres ne présentaient pas cette tendance; le reste affichait des teneurs non détectables. (*El-Shaarawi*)

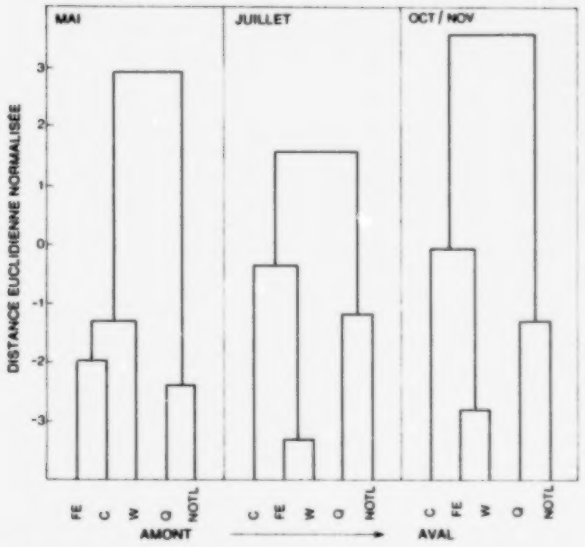


Figure 11. Analyse par grappes avec liens complets utilisant la distance euclidienne normalisée pour les données en phase aqueuse de la Direction de la qualité des eaux.

Modèle de l'acidification des bassins versants. Un modèle de l'acidification des bassins versants a été mis au point afin d'étudier l'impact des dépôts acides dans les bassins hydrologiques canadiens. Le modèle considère les ions sulfates comme des entités mobiles qui suivent la trajectoire compliquée des eaux dans la neige, les couches de sol superficiel, les eaux souterraines, les cours d'eau et les lacs. Selon la durée et la nature du contact avec le sol et l'eau, ces ions peuvent considérablement perturber l'équilibre chimique du régime aquatique.

Bien que la plupart des variations soient attribuables à des événements hydrologiques, la baisse du pH au début du printemps, signe d'une augmentation de l'acidité, est particulièrement reliée aux épisodes de fonte des neiges. Après étalonnage du modèle et vérification avec des données provenant de plusieurs bassins versants canadiens en collaboration avec d'autres organismes, nous pouvons tester l'applicabilité générale de ce modèle comme outil de travail dans l'examen des impacts des dépôts acides sur les régimes aquatiques. (*Lam, Bobba*)

Rendements excessifs en sulfate des cours d'eau de Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve. Les rendements excessifs en sulfate des cours d'eau sont souvent calculés en multipliant le sulfate en excès pondéré en fonction du débit moyen et le ruissellement annuel moyen; la fiabilité de cette méthode de calcul augmente proportionnellement au nombre d'échantillons disponibles. C'est pourquoi les données sont habituellement groupées sur plusieurs années. Les données sont mises en tableau à la figure 12 pour 12 stations d'échantillonnage en Nouvelle-Écosse; le diagramme fait apparaître une chute marquée de près de 50 % dans les rendements de sulfate en excès entre 1971 et 1973 et entre 1982 et 1984. Une comparaison semblable (non illustrée) a été établie pour huit cours d'eau de Terre-Neuve et une diminution aussi prononcée des rendements de sulfate en excès a été observée.

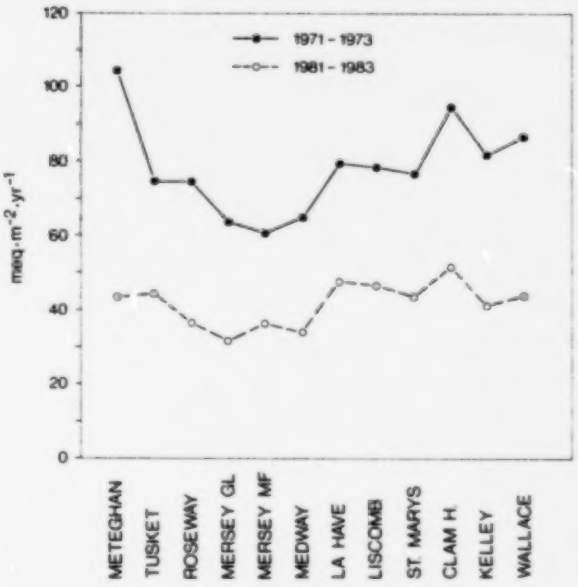


Figure 12. Rendements excessifs en sulfate ($meq \cdot m^{-2} \cdot année^{-1}$) des cours d'eau de Nouvelle-Écosse. GL – Lac George; MF – Mill Falls; H – Harbour.

Si la quantité de sulfate charriée par ces rivières a diminué de près de la moitié sans qu'il y ait de changement important dans les taux de dépuration des cations, on peut raisonnablement en déduire que les valeurs moyennes du pH de ces cours d'eau ont augmenté. Ce rapport s'est révélé valable pour les rivières aux eaux douces à Terre-Neuve. Les rivières aux eaux les plus douces affichent les augmentations les plus importantes de leur pH pondéré en fonction du débit moyen, tandis que les changements dans le pH des deux cours d'eau aux eaux les plus dures sont insignifiants du point de vue statistique.

La situation n'est pas si simple dans les rivières aux eaux douces de Nouvelle-Écosse, dont les valeurs de pH sont beaucoup plus influencées par la présence d'acides organiques. En effet, les augmentations de pH les plus élevées y sont observées dans les rivières aux eaux légèrement plus dures, dont la teneur moyenne en carbone organique dissous est quelque peu inférieure. Cela montre que, dans les cours d'eau qui se trouvent dans des bassins versants où l'acidification naturelle n'est pas trop avancée, toute diminution des dépôts de sulfate se traduit par une amélioration de la qualité des eaux. Nous n'en savons cependant pas encore assez sur le processus d'acidification naturelle dans les bassins versants dont les eaux sont très douces. Certains de ces résultats sont utilisés pour améliorer le modèle des taux de dépuration des cations mis au point par la Section de la simulation de l'environnement. (*Thompson, Fraser*)

Modèles climatiques. Les contributions de la Section au programme climatologique canadien visaient à améliorer nos connaissances et à mettre au point une simulation informatique a) du bilan énergétique saisonnier et annuel à l'interface air-eau et b) des variations saisonnières de la structure thermique et de la stratification des lacs et des couches supérieures de l'océan.

Au cours de la première année, les chercheurs ont amélioré la banque de données physiques et mis à jour les modèles numériques pour le calcul des variations à long terme du bilan énergétique à l'interface air-eau des lacs Érié et Ontario. Les bases de données climatologiques destinées aux observations synoptiques ont été compilées depuis 1950 jusqu'en 1983 pour les deux lacs. La mise au point d'un modèle numérique, l'analyse climatologique des données et la dérivation du bilan énergétique à long terme ont été complétées pour chaque lac. La figure 13 présente les résultats de vérification des principaux paramètres du bilan énergétique du lac Ontario, soit le rayonnement net (Q*), le flux thermique latent (QE), le flux thermique conducteur (QH), le flux thermique de surface (QT) et l'évaporation, et témoigne de la haute fiabilité des sorties du modèle. (*Simons, Schertzer*)

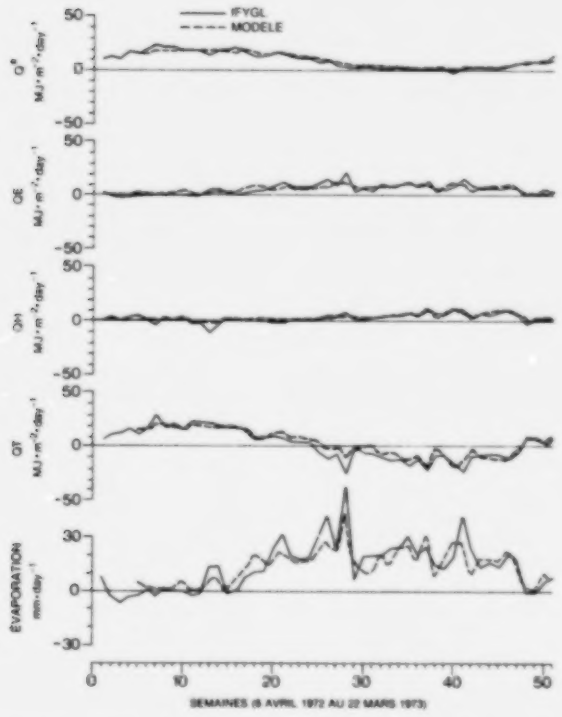


Figure 13. Vérification du modèle du bilan énergétique du lac Ontario. IFYGL – International Field Year Great Lakes.

Modèle hydrodynamique. L'utilisation combinée de méthodes spectrales, de modèles hydrodynamiques et de procédures empiriques a établi de façon concluante que les fluctuations observées des courants riverains ne peuvent s'expliquer ni par l'équilibre des vents locaux et de la friction sur le fond, ni par les ondes topographiques libres, mais plutôt par une combinaison égale des deux processus. Des modèles semi-empiriques de la fonction de transfert, basés sur le principe d'une réponse résonante des ondes topographiques au forçage du vent en présence d'une friction sur le fond, ont été mis au point et ont permis d'expliquer de 70 % à 80 % des variations observées du courant riverain.

En ce qui a trait à la circulation au milieu des lacs, il est ressorti qu'aucun des modèles existants proposés dans la littérature pertinente ne convient à l'estimation des circulations moyennes saisonnières. Il est apparu que la circulation moyenne observée pendant la période d'étude sur le terrain 1982-1983 dans le lac Ontario ne pouvait être reproduite que par des modèles non linéaires à résolution élevée. Afin de déterminer si ce résultat peut être généralisé, les circulations ont été calculées pour 12 ans de vent climatologique. Pour toutes les années, les circulations obtenues avec le nouveau modèle déviaient de la même façon de celles calculées par les modèles classiques. (*Simons*)

Transfert de technologie. La Section de la simulation de l'environnement a continué à fournir des modèles mathématiques au gouvernement et à d'autres utilisateurs. Par exemple, à la demande de la Pan American Health Organisation, une étude a été entreprise pour évaluer les effets de la dérivation prévue de l'exutoire du lac Chapala au Mexique en vue d'assurer un meilleur approvisionnement en eau à la ville de Guadalajara. Un modèle opérationnel pour la prévision des déplacements et de la dispersion des déversements radioactifs accidentels le long de la rive nord du lac Ontario a été mis au point pour le ministère ontarien de l'Environnement. Ce modèle, basé sur des données recueillies pendant plusieurs années et des études de modélisation du lac Ontario, a été adapté pour pouvoir être exécuté sur micro-ordinateur.

Pour répondre à la demande incessante pour ces modèles et à la demande d'aide pour leur application, trois des modèles les plus populaires ont été décrits en détail. Ces modèles sont : 1) le modèle de circulation à couche unique/onde de tempête, 2) le modèle multiniveau pour calculer les changements dans la circulation et la température, et 3) le modèle de transport des polluants. (*Simons, Lam*)

SECTION DE LA SPECTRO-OPTIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

Le principal objectif de cette section est d'effectuer des recherches expérimentales et théoriques sur les propriétés optiques du milieu aquatique et de les appliquer. À cette fin, les méthodes de la physique spectro-optique et la théorie du transfert radiatif sont utilisées conjointement aux données spectro-optiques directement recueillies sur place ou données spectro-optiques multibandes receuillies au moyen de télécapteurs optiques (aéroportés et satelliportés), pour mettre au point des modèles et des méthodes optiques d'interprétation et de prévision que l'on appliquera par la suite à la résolution des problèmes concernant les ressources en eau.

Les activités en physique spectro-optique comprennent un programme de recherche fondamentale à long terme auquel se greffent, au besoin, des études à court terme qui tentent de résoudre des problèmes précis selon les circonstances. Au cours de l'année dernière, les efforts de la Section ont été en grande partie consacrés à la région des Grands lacs dans le centre du Canada. Parmi les activités spécifiques de la Section, mentionnons les suivantes :

a) Une étude de l'imagerie LANDSAT pertinente sur le système de transport des sédiments des lacs Huron, Sainte-Claire et Érié. La présence, dans ces différents corridors de transport, de zones indépendantes bien définies qui gardent leur identité individuelle sur des distances consi-

dérables dans les canaux d'interconnection apparaît avec évidence. D'autres analyses de ces phénomènes de transport sont prévues pour l'année prochaine. (*Bukata*)

b) Production d'un atlas optique décrivant les Grands lacs en fonction des données spectro-optiques *in situ* recueillies par la Section pendant la période de 1973-1983. On trouve dans cet atlas des caractéristiques et des paramètres spectro-optiques tels que les courbes de transmission de surface; les profondeurs photiques estivales; les transects de transmission; les rapports entre les coefficients d'atténuation du faisceau, les coefficients d'atténuation de l'irradiation et les profondeurs du disque de Secchi; la profondeur de visionnement; et les radiations disponibles photosynthétiquement. L'atlas illustre ces caractéristiques optiques sous forme graphique et tabulaire et établit des comparaisons entre les lacs Érié, Ontario, Supérieur et Huron et la baie Georgienne. On peut se procurer cet atlas sous forme de manuscrit à l'INRE. (*Bukata, Jerome, Bruton*)

c) Collecte de données de télédétection au-dessus du lac Sainte-Claire à l'aide du nouveau système radiométrique naviporté de mesure de la réflectance (SRRS) et mise au point d'une méthode informatique pour utiliser ces données dans l'estimation des concentrations de minéraux en suspension. (*Jerome, Bruton*)

d) Étude des terres humides riveraines des Grands lacs à l'aide de données recueillies par aéronefs au-dessus de régions telles que la baie Georgienne chenal du nord et le lac Sainte-Claire. Ces données ont été recueillies pendant des périodes où le niveau des eaux était élevé et bas. Ce projet, conduit en collaboration avec le Great Lakes Fisheries Research Board, tente d'établir un rapport entre le changement dans l'étendue des marais et les variations du niveau de l'eau. (*Bruton, Bukata, Jerome*)

SECTION DE LA GESTION DES DONNÉES

La Section de la gestion des données fournit à toutes les organisations qui se trouvent au Centre canadien des eaux intérieures les services de gestion des données et de mise au point de programmes informatiques. La Section maintient et gère les archives de données de l'INRE à l'appui des recherches de l'INRE et des programmes de recherche opérationnels de la Direction générale des eaux intérieures — Région de l'Ontario. Elle fournit également des services de consultation dans des domaines comme l'utilisation des bases de données, les problèmes informatiques, l'utilisation des logiciels, le choix matériel/logiciel pour micro-ordinateurs, et l'utilisation efficace de l'ordinateur maison CYBER 171. Elle assure également le soutien opérationnel de la banque de données du système mondial de surveillance de l'environnement des Nations Unies (GEMS) et de celle de la surveillance des Grands lacs (STAR).

Principales activités. Un soutien a été fourni à la conception et à l'élaboration de logiciels pour 53 études différentes de diverses organisations situées au CCEE.

Un projet de nouvelles installations informatiques du Conseil du Trésor au CCEE a été effectué conjointement avec la Section de l'informatique et la Direction générale des systèmes et de l'informatique à Ottawa. Ce programme comprenait la détermination des besoins d'ordinateurs en fonction du programme, les besoins on conversion et en formation, de même qu'une analyse de rentabilité des diverses options disponibles pour l'INRE.

Le système automatisé d'acquisition de données de laboratoire (AWQUALABS) a été complété et l'équipe de mise au point démentelée. Au total, 109 programmes informatiques ont été rédigés pour ce système destiné à acquérir et analyser les données et à gérer les laboratoires. Le soutien opérationnel du système relève maintenant du laboratoire national sur la qualité de l'eau.

Une nouvelle version du logiciel banque de données Système 2000 a été installée sur CYBER 171. Tous les programmes de banque de données ont été compilés de nouveau de façon à fonctionner avec cette nouvelle version qui possède des caractéristiques supplémentaires qui facilitent l'élaboration ou l'amélioration des divers systèmes de banques de données opérationnels sur CYBER.

Trois numéros du bulletin Data Management and Computer Services (UPDATA) ont été distribués. Ce bulletin est destiné aux utilisateurs de CYBER, aux utilisateurs de micro-ordinateurs, aux directeurs d'études, au personnel de gestion et à tout autre personnel intéressé. L'objectif de l'UPDATA est de servir de véhicule d'échange d'information, de mieux faire connaître les diverses questions reliées à l'ordinateur, et d'améliorer la productivité de l'utilisation de CYBER 171. Parmi les sujets abordés dans les bulletins, mentionnons les logiciels d'utilisation générale, les nouveaux développements en communication, les problèmes rencontrés par les utilisateurs, les nouvelles applications, le matériel, les liens avec les micro-ordinateurs, le traitement de textes, et une section pour les utilisateurs débutants.

Les communications entre CYBER et Wang OIS de même qu'entre CYBER et MICOM 2001 ont été établies afin de faciliter l'intégration des dossiers pour la production de documents. Conjointement avec le Service de la protection de l'environnement, des installations ont été mises en place pour transférer les documents d'un format de traitement de textes à un autre. À l'heure actuelle, il est possible de transférer des textes de Wordstar à MICOM et de MICOM à Wang. D'autres logiciels qui permettront de transférer d'autres formats seront mis au point selon les besoins.

Un appui a été donné à l'archivisation des données des programmes de surveillance des Grands lacs, de rayonnement solaire, de météorologie, GEMS et TADPA. Cet appui consiste en entrée de données, documentation, mise à jour, amélioration de logiciels, archivisation et extraction de données.

La Section a également participé à une réunion internationale de révision du programme GEMS/EAU. À la suite de cette révision, un rapport d'évaluation des données de GEMS/EAU a été produit par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à Genève. La révision a conduit à repenser la formule d'inscription de données afin de mieux refléter les paramètres chimiques à analyser pour chaque type d'eau (lac, cours d'eau et eau souterraine) échantillonné. D'autres changements au programme ont été proposés et seront faits au cours des quelques prochaines années. Une série complète de listes de données et de sommaires statistiques pour les données de 1982 à 1984 a été dressée et envoyée à l'OMS, à Genève, afin d'être distribuée aux divers centres régionaux et aux divers pays (60) qui participent au programme. Les données de 1979 à 1981 ont été mises sur microfiches et distribuées à tous les participants.

Toutes les publications du personnel de la Division de la physique aquatique et des systèmes ont été cataloguées et les demandes de réimpression sont satisfaites à mesure.

Des cours d'introduction et des cours avancés pour CYBER, de même qu'un cours avec le traceur CALCOMP ont été donnés à environ 60 utilisateurs.

Un système de banques de données sur l'approvisionnement a été mis au point par la Division des services du personnel. Ce système assure l'automatisation partielle de la fonction d'approvisionnement, qui permet de produire des rapports facilitant la gestion du processus d'approvisionnement.

LISTE DU PERSONNEL

Chef — E. Ongley, B.A., Ph.D.
Secrétaire — S. Tapping
Agent d'administration — J. Major

Limnologie physique
Chef

F.M. Boyce, B.A.Sc., M.Sc.	limnologie physique

Chercheurs

J. Bull, B.A.Sc.	limnologie physique
F. Chiocchio, P.Eng.	limnologie physique
P. Hamblin, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	limnologie physique
M. Kerman	limnologie physique
K. Miners, B.A.	recherches, zones côtières
C.R. Murthy, B.E., M.E., Ph.D.	limnologie physique
D. Robertson, B.Sc.	limnologie physique

Spectro-optique environnementale
Chef

R.P. Bukata, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	optiques des lacs et études par satellite

Chercheurs

J.E. Bruton, B.Sc.	optique et télédétection (lacs)
J. Jerome, B.Eng.	optique et télédétection (lacs)

Simulation de l'environnement
Chef

D. Lam, B.Sc., Ph.D.	modélisation du transport des contaminants

Chercheurs

A.G. Bobba, B.Sc., M. Tech., M.Sc.	hydrogéologie et modélisation des contaminants
A. El-Shaarawi, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	modélisation statistique
A. Fraser, B.Sc.	modélisation de la qualité de l'eau et du TADPA
E. Halfon, Ph.D.	modélisation des substances toxiques
W. Schertzer, B.A., M.Sc.	modélisation de la qualité de l'eau et du climat
T. Simons, M.Sc., Ph.D.	modélisation hydrodynamique
M.E. Thompson, B.A., M.A., Ph.D.	effets du TADPA sur le milieu aquatique

Sections de la gestion des données
A/Chef

R. Duffield, B.Sc., M.B.A.	services de gestion des données

Applications ordinateur

S. Beal	applications, mini-ordinateur
H. Comba, B.Sc.	administration de la banque de données
J. Dowell, B.Math	développement du logiciel
B. Hanson, B.A.(Hon), M.B.C.S.	développement du logiciel
J. Hodson, B.Sc.	développement du logiciel
A. Liu, M.Sc.	développement du logiciel
K. Miles	développement du logiciel
B. Ventresca, B.A.(Hon), B.Sc.	développement du logiciel
A. Zingaro, B.Sc.	développement du logiciel

Traitement et archivisation des données

J. Byron	traitement et archivisation des données
J. McAvella	traitement et archivisation des données
W. Nagel	traitement et archivisation des données

COMITÉS DONT FAIT PARTIE LE PERSONNEL DE LA DIVISION

A.G. Bobba

Membre du séminaire de modélisation, American Institute of Hydrology

Direction générale des eaux intérieures, comité du programme sur la recherche hydrologique

F.M. Boyce

Secrétaire, Comité scientifique, CMOS, 1983–1986

Membre du conseil, AIRGL 1983–1986

Rapporteur, océanographie, *Canadian Geophysical Bulletin*

R. Duffield

Direction générale des eaux intérieures, comité d'information sur la technologie

A.H. El-Shaarawi

Membre, Institut international de statistique

Comité de supervision d'un candidat au doctorat de mathématique, département de mathématique, université McMaster

E. Halfon

Vice-président, Société internationale de modélisation écologique, chapitre de l'Amérique du Nord

Comité de rédaction, *International Journal of Ecological Modelling*

P.F. Hamblin

Rédacteur adjoint, *Physical Limnology Journal of Great Lakes Research*

Comité de supervision d'un candidat au doctorat de génie civil, département du Génie civil, Université McMaster

Membre du comité de l'Association internationale de la recherche sur les Grands lacs

Sous-comité sur les méso-échelles, CMOS, 1985–1986

D.C.L. Lam

Comité de rédaction, *International Journal of Advances in Water Resources*

Groupe de travail sur la modélisation côtière IAEA

Groupe de travail de la CMI sur la modélisation des Grands lacs

Groupe de travail sur l'évaluation nationale du TADPA, effets sur le milieu aquatique

Comité de supervision d'un candidat au doctorat de génie civil, département de génie civil, université McMaster

E. Ongley

Équipe de gestion, région de l'Ouest et du Nord

Comité sur les pesticides, région de l'Ouest et du Nord

Groupe de travail interministériel sur le Mackenzie

Comité exécutif, National Association for Sediment Water Science

Comité organisateur, International Association of Hydrological Sciences, 1987 Vancouver Assembly

Comité canadien du SCOPE

Groupe de travail de la Direction de la qualité des eaux et de l'INRE sur la surveillance (Président)

W.M. Schertzer

Comité du programme de recherche hydrologique de la Direction générale des eaux intérieures

Comité consultatif régional sur le climat de l'Ontario

M.E. Thompson

Rédacteur adjoint, *Hydrological Sciences Journal*

PUBLICATIONS

Anderson, J.E., **A.H. El-Shaarawi**, S.R. Esterby, et T.E. Unny. 1984. Dissolved oxygen concentrations in Lake Erie (U.S.A–Canada). 1. Study of spatial and temporal variability using cluster and regression analysis. J. Hydrol., 72: 209–229.

Balakrishnan, N., M.L. Tiku, et **A.H. El-Shaarawi**. 1985. Robust univariate two-way classification. Biomed. J., 27, N2: 123–138.

Beghelli, S., R. Guidorzi, **E. Halfon**, et F. Terragni. 1982. Identification of phosphorus dynamics in Kootenay Lake, Canada. Ecol. Modelling, 17: 11–32.

Bobba, A.G., et **D.C.L. Lam**. 1984. Application of linearly distributed surface runoff model for watershed acidification. Compte rendu du Symposium canadien d'hydrologie, Université Laval, Québec. Sous presse.

Bobba, A.G., D.C.L. Lam, D.S. Jeffries, D. Bottomley, J.Y. Charette, P.J. Dillon, et L. Logan. 1985. Modelling the hydrochemical regimes in acidified watersheds. Présenté au J. Water Air Soil Pollut.

Boyce, F.M. 1985. Lakes in Canada. Dans *The New Canadian Encyclopedia*, M. Hurtig Publishing Co., Edmonton, Canada.

Bukata, R.P., et **A.G. Bobba**. 1984. Determination of diffusion coefficients associated with the transport of 210 Pb radionuclides in lake bed sediments. Geol., 5: 133–141.

Bukata, R.P., J.E. Bruton, et **J.H. Jerome**. 1984. Application of direct measurements of optical parameters to the estimation of lake water quality indicators. Rapport non publié de l'INRE, 110 p.

Bukata, R.P., J.E. Bruton, et **J.H. Jerome**. 1985. Estimation des indicateurs de la qualité des eaux lacustres par mesure directe de paramètres optiques. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 140, Série scientifique.

Bukata, J.H., J.H. Jerome, et **J.E. Bruton**. 1985. Direct optical measurements of the Laurentian Great Lakes. Part II. An optical atlas. Rapport non publié de l'INRE, 170 p.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, **A.H. El-Shaarawi**, et R.S. Tobin. 1984. Incidence of *Legionella* organisms in selected Ontario (Canada) cities. Sci. Total Environ., 39: 237–249.

Elliott, J.R., **A.H. El-Shaarawi**, et D.R. Perison. 1985. Association of chlorophyll *a* with physical and chemical factors in Lake Ontario, 1967–1981. Accépté pour être publié dans Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

El-Shaarawi, A.H. 1984. Dissolved oxygen concentrations in Lake Erie (U.S.A.–Canada). 2. A statistical model for dissolved oxygen in the Central Basin of Lake Erie. J. Hydrol., 72: 231–243.

El-Shaarawi, A.H. 1984. Évaluation statistique du programme de surveillance des Grands lacs entre 1966 et 1981 — Lac Érié. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 136, Série scientifique, 273 p.

El-Shaarawi, A.H. 1985. Some goodness of fit methods for the Poisson-plus-added zeros distribution. Appl. Environ. Microbiol., 49(55): 1304–1306.

El-Shaarawi, A.H. 1985. Statistical aspects of setting a sampling strategy. Accepté pour être publié dans J. français d'hydrologie.

El-Shaarawi, A.H., et S.R. Esterby. 1984. Statistical analysis of Niagara River data for the NRTC report. Collection nº 84-37 de l'INRE.

El-Shaarawi, A.H., et M. Munawar. 1985. The association of chlorophyll *a* and phytoplankton biomass in Lake Huron and Georgian Bay. Accepté pour être publié dans Hydrobiologia.

El-Shaarawi, A.H., et M.A. Neilson. 1984. Changes in nutrient levels of lake water stored at 4°C. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 41(6): 985–988.

El-Shaarawi, A.H., et M.L. Tiku. 1985. Regression analysis for censored data. Accepté pour être publié dans Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

El-Shaarawi, A.H. , J.C. Block, et A. Maul. 1985. The use of historical data for estimating the number of samples required for monitoring drinking water. Sci. Total Environ., 42: 289–303.

El-Shaarawi, A.H., S.R. Esterby, N.D. Warry, et K.W. Kuntz. 1985. Evidence of contaminant loading to Lake Ontario from the Niagara River. J. Fish. Aquatic Sci., 42(7): 1278–1289.

El-Shaarawi, A.H., K.W. Kuntz, et A. Sylvestre. 1985. Estimation of loading by numerical integration. Accepté pour être publié dans Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

Esterby, S.R., et **A.H. El-Shaarawi**. 1984. Coliform concentrations in Lake Erie — 1966 to 1970. Hydrobiologia, VIII, pp. 133–146.

Fraser, A.S. 1985. Aquatic characterization for resources at risk in eastern Canada. Proc. Int. Symp. on Acid Precipitation. Sous presse.

Fraser, A.S. 1985. Lake Erie point source loads. J. Great Lakes Res. Lake Erie Spec. Vol., Int. Assoc. Great Lakes Res.

Halfon, E. 1983. Is there a best model structure? I. Modelling the fate of a toxic substance in a lake. Ecol. Modelling, 20: 135–152.

Halfon, E. 1983. Is there a best model structure? II. Comparing model structures of different fate models. Ecol. Modelling, 20: 153–163.

Halfon, E. 1984. Error analysis and simulation of mirex behaviour in Lake Ontario. Ecol. Modelling, 22: 213–252.

Halfon, E. 1984. The composition of particulate matter in the euphotic zone of Lake Superior. J. Great Lakes Res., 10: 299–306.

Halfon, E. 1984. Is there a best model structure? III. Testing the Goodness of Fit. Ecol. Modelling, 27: 15–23.

Halfon, E. 1985. Modelling the fate of mirex and lindane off the Niagara River mouth. Ecol. Modelling. Sous presse.

Halfon, E. 1985. The regression method in ecotoxicology: A better formulation using the geometric mean functional regression. Environ. Sci. Technol., 19: 747–749.

Halfon, E. 1985. The bootstrap and the jackknife in ecotoxicology or non-parametric estimates of standard error. Chemosphere, 14: 1433–1440.

Halfon, E., et **A.S. Fraser**. 1985. A fate model of toxic substances in Lake Ontario. J. Great Lakes Res. Sous presse.

Hamblin, P.F. Yukon River Headwater Lakes Study 1983–1985: Preliminary Analysis and Data Report. Rapport non publié de l'INRE.

Hamblin, P. 1985. Review of Storm surges — meteorological ocean tides (T.S. Murty). Can. J. Fish. Aquatic Sci., 42(12).

Jerome, J.H., J.E. Bruton, et **R.P. Bukata**. 1984. A short discussion on the intercomparison of transmissometers used at CCIW. Rapport non publié de l'INRE. 17 p.

Jerome, J.H. , R.P. Bukata, et **J.E. Bruton**. 1984. Effect of solar zenith angle diurnal variation on estimation of primary production and irradiation. Rapport non publié de l'INRE. 42 p.

Lam, D.C.L., et **A.G. Bobba**. 1984. Application of linearly distributed surface runoff model for watershed acidification problems. Compte rendu du symposium canadien d'hydrologie. Université Laval. Québec, 11(13). Sous presse.

Lam, D.C.L., et **A.G. Bobba**. Modelling watershed runoffs and acidification. Hydrological and hydrochemical mechanisms and model approaches to the acidification of ecological systems. Préparé par Iréne Johansson, Nordic Hydrological Programme, NHP Rep. No. 10, pp. 205–215.

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, D.S. Jeffries, et J.M.R. Kelso. Relationships of spatial gradients of primary production buffering capacity and hydrology in Turkey Lakes watershed. ASTM Technical Series, Philadelphia, Pa. Sous presse.

Lam, D.C.L., S. Boregowda, **A.G. Bobba**, D.S. Jeffries, et G.G. Patry. Interfacing hydrological and hydrochemical models for simulating acidification effects in Canadian watersheds. Présenté à J. Water Air Soil Pollut.

Marmush, Y.R., A.A. Smith, et **P.F. Hamblin**. 1984. Pilot experiments on thermal bar in lock exchange flow. J. Energy Eng., ASCE, 110: 215–227.

Maul, A., et **A.H. El-Shaarawi**. 1984. Stratégies de prélèvement. Chapitre 9, Bactériologie des milieux aquatiques: Aspects écologiques et sanitaires, Préparé par G. Martin, 2.2: 133–166.

Maul, A., J.C. Block, et **A.H. El-Shaarawi**. 1985. Statistical approach for comparison between methods of bacterial enumeration in drinking water (1985). J. Microbiol. Methods, 4: 67–77.

Maul, A., M.A. Dollard, J.C. Block, J. Schwartzbrod, F. Hinzelin, et **A.H. El-Shaarawi**. 1985. Contrôle de la qualité microbiologique de l'eau de distribution: Stratégie d'échantillonnage et identification des populations de microorganismes. Rapport final. Université de Metz, France, 59 p.

Maul, A., **A.H. El-Shaarawi**, et J.C. Block. 1985. Heterotrophic bacteria in water distribution systems. Part 1. Spatial and temporal variation. Sci. Total Environ., 44: 201–214.

Maul, A., **A.H. El-Shaarawi**, et J.C. Block. 1985. Heterotrophic bacteria in water distribution systems. Part 2. Sampling design. Sci. Total Environ., 44: 215–224.

Maul, A., **A.H. El-Shaarawi**, et J.C. Block. 1985. Modelling of bacterial populations and water quality monitoring in distribution systems. Accepté pour être publié dans Proc. of the Workshop on the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring.

Muir, L.R., et **A.H. El-Shaarawi**. 1985. On the calculation of extreme wave heights: A review. Accepté pour être publié dans Ocean Engineering.

Murthy, C.R., et **T.J. Simons**. 1984. Coastal currents in Lake Ontario during winter. Collection nº 84-42 de l'INRE.

Murthy, C.R., T.J. Simons, et **D.C.L. Lam**. 1985. Dynamic and transport modelling of the Niagara River plume In Lake Ontario. Proc. ICES, Symposium de Nantes. Sous presse.

Murthy, C.R., T.J. Simons, D.C.L. Lam, et M. Walma. 1985. Simulation of pollutant transport along the North Shore of Lake Ontario. Collection nº 85-23 de l'INRE.

Murthy, C.R., D.C.L. Lam, T.J. Simons, J. Jedrasik, **J. Miners, J.A. Bull**, et **W.M. Schertzer**. 1984. Dynamics of Niagara River plume in Lake Ontario. Collection nº 84-7 de l'INRE.

Nielson, M.A., et **A.H. El-Shaarawi**. 1984. Comparaison des résultats des analyses immédiates d'éléments nutritifs solubles dans l'eau d'un lac et des résultats des analyses après conservation. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 133, Collection des rapports techniques. 5 p.

Neilson, M., R. Stevens, et **J. Hodson**. 1984. Le programme ALDAR d'établissement de moyennes des paramètres lacustres par région. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 130, Collection des rapports techniques.

Ongley, E.D. 1984. Regionalization of water quality in the upper Fraser River basin. British Columbia: Comment, Water Res., 18: 1059–1060.

Ongley, E.D. Considerations for network design for water quantity and quality surveys in Canada. Canadian Hydrology Symposium — 84, Proc. Sous presse.

Ongley, E.D. Review of Gregory (ed.) Background to palaeohydrology: A perspective. Hydrol. Sci. J. Sous presse.

Ongley, E.D. Detergent-phosphorus abatement: Point and nonpoint source basin response in southern Ontario. Environ. Geol. Sous presse.

Ongley, E.D., et D.P. Blachford. 1984. Tributary effects on mainstream suspended sediment chemistry. Water Pollut. Res. J. of Can., 19(1): 37–46.

Patterson, J.C., et **P.F. Hamblin**. 1985. Thermal simulation of lakes with winter ice cover. Rapport nº 85-29 de l'INRE.

Patterson, J.C., **P.F. Hamblin**, et J. Imberger. 1984. Classification and dynamic simulation of the vertical density structure of lakes. Limnol. Oceanogr., 29(4): 845–861.

Platford, R.F., A.G. Bobba, et S.R. Joshi. 1984. The Port Granby radioactive waste management site. Water Pollut. Res. J. Can., 19(2): 90–96.

Robertson, D.G. 1984. Report on data processing for DP/DX experiment at Cobourg on Lake Ontario.

Schertzer, W.M. 1985. Summary of water surface temperature observations for Lake Ontario (1966–1984) and Lake Erie (1967–1982). Collection nº 85-159 de l'INRE. 48 p.

Schertzer, W.M., et A. Sawchuk. 1985. Comparison of Toronto Island Airport winds for the period November to April 1973–1983. Collection nº 85-158 de l'INRE. 29 p.

Schertzer, W.M., et R. Stevens. 1984. Comparison of actual and simulated water quality responses to phosphorus loading scenarios in Lake Ontario and Lake Erie. Collection nº 84-41 de l'INRE. 24 p.

Simons, T.J. 1984. Topographic response of nearshore current to wind: an empirical model. Collection nº 84-17 de l'INRE. J. Phys. Oceanogr., 14: 1393–1398.

Simons, T.J. 1985. Temperatures and currents in Western Lake Ontario. June–November 1985. Collection nº 85-158 de l'INRE.

Simons, T.J. 1985. The mean circulation of unstratified water bodies. J. Phys. Oceanogr. 16 (sera publié). Collection nº 85-154 de l'INRE.

Simons, T.J., 1985. Effect of the outflow diversion on circulation and water quality of Lake Chapala. Collection nº 85-22 de l'INRE.

Simons, T.J. 1985. Reliability of circulation models. J. Phys. Oceanogr., 15: 1191–1204. Collection nº 85-46 de l'INRE.

Simons, T.J., et **C.R. Murthy**. 1984. Winter circulation in Lake Ontario. J. Great Lakes Res., 11: 423–433

Simons, T.J., et **W.M. Schertzer**. 1985. Stratification, currents and upwelling RPB in Lake Ontario, summer 1982. Collection nº 85-152 de l'INRE. Can. J. Fish. Aquat. Sci. (sera publié).

Simons, T.J., et **W.M. Schertzer**. 1985. The circulation of Lake Ontario during the summer of 1982 and the winter of 1982/83. Collection nº 85-26 de l'INRE.

Thompson, M.E. 1985. Cation denudation rates of rivers in Nova Scotia, 1971–1974 and 1977–1982. Collection nº 85-28 de l'INRE.

Thompson, M.E. 1985. The cation denudation rate model — its continuing validity. Collection nº 85-30 de l'INRE.

Thompson, M.E., et Margo B. Hutton. 1985. Sulphate in lakes of eastern Canada: Calculated yields compared with measured wet and dry deposition. Water Air Soil Pollut., 24: 77–83.

Thompson, M.E., H.G. Thode, et **A.S. Fraser**. 1986. Sulphate yields and stable isotope ratios of sulphate sulphur in rivers of the Northwest Territories, Canada. J. Appl. Geochem. Sous presse.

La division des contaminants de l'environnement étudie le cheminement, l'évolution et les effets de cinq groupes de contaminants, soit : les produits chimiques organiques, les métaux toxiques, les organométalliques, les ions associés aux pluies acides et les radionucléides. Ces recherches sont effectuées sur le terrain et en laboratoire. Le fruit de la recherche effectuée par la Division est un apport précieux pour la rédaction de recommandations quant aux mesures de gestion des eaux à appliquer dans des bassins hydrographiques pollués. Ces mesures peuvent comporter la réduction des charges des effluents, l'interdiction de produits chimiques, l'établissement de lignes directrices en matière de consommation de biote ou d'eau et divers autres procédés applicables au Canada. Ces données peuvent s'avérer utiles lors de négociations concernant les questions de la qualité de l'eau, à l'échelle tant interprovinciale qu'internationale. La plupart de l'information déjà publiée est aussi utile à titre d'un des intrants nécessaires à l'évaluation des produits chimiques toxiques. Les activités de la Division sont réparties entre cinq sections.

SECTION DU CHEMINEMENT DES MATIÈRES ORGANIQUES

L'objectif de cette Section est d'étudier l'entrée, l'évolution, la distribution et le transport des contaminants organiques dans les écosystèmes aquatiques. La recherche est menée dans des écosystèmes aquatiques pollués précis, mais aussi en laboratoire. Parmi les projets en cours, mentionnons plusieurs études sur les grands et les petits systèmes rivière-lac. L'apport des contaminants organiques atmosphériques dans les milieux aquatiques est également étudié.

Transport des contaminants organiques toxiques persistants dans les systèmes de la rivière Niagara, du lac Ontario et du Saint-Laurent. La détermination de l'évolution des contaminants organochlorés persistants se déversant de la rivière Niagara dans le lac Ontario à l'aide des chlorobenzènes utilisés comme marqueurs chimiques s'est poursuivie. On a pu agrandir considérablement la superficie du panache échantillonné grâce à l'utilisation de drogues suivies par radio et par satellite et à l'amélioration des méthodes d'échantillonnage et d'extraction de l'eau à grande échelle. Les résultats obtenus indiquent que jusqu'à 50 % des chlorobenzènes à poids moléculaire élevé se déposent en deçà de 10 km de l'embouchure de la rivière avec des matières solides en décantation, mais qu'une grande partie du reste est transportée en solution à l'extérieur du panache. D'autres contaminants organochlorés se comportent de façon semblable, les composés les plus solubles étant en grande partie transportés hors de l'embouchure de la rivière Niagara et des quantités importantes des composés moins solubles se déposant sur les matières en décantation.

Tout récemment, certains des principes et des méthodes utilisés dans l'étude du panache de la rivière Niagara ont été utilisés dans une nouvelle étude sur le transport des contaminants organochlorés persistants se déversant dans le Saint-Laurent à partir du lac Ontario. Les chercheurs se sont d'abord attachés à établir l'importance relative de différents compartiments tels que l'eau, les matières en suspension et la biomasse en suspension. On étudie également la possibilité de tendances distinctes des contaminants dans le chenal nord du Saint-Laurent, à l'île Wolfe, attribuables aux activités industrielles des régions de la baie de Quinte-Kingston. (*Fox, Carey, Coletta*)

L'évolution de 2,4-D dans les bassins d'eau douce. Les études sur le 2,4-D portent avant tout sur les éventuels effets nocifs de l'utilisation de ce produit dans la lutte contre le mille-feuille. Ces effets nocifs peuvent affecter le biote d'eau douce et la qualité de l'eau dans des secteurs aussi différents que le bassin de la rivière Trent (Ontario) et les lacs de l'Okanagan (Colombie-Britannique).

Les études en bassin et les études sur le terrain ont été menées à terme en 1984. Les premières, menées dans des bassins fermés, sont considérées comme des études du pire scénario; il en est cependant ressorti que les effets toxiques sur le frai du poisson et les bivalves, une semaine après l'introduction du produit, n'étaient que marginaux. Les effets secondaires étaient plus apparents : les massifs détruits du mille-feuille constituent en effet un apport de nourriture supplémentaire aux bactéries, aux bivalves et aux autres organismes fauniques du fond.

Une étude d'une durée de deux ans menée dans le lac Buckhorn (dans le bassin de la rivière Trent) a révélé la vaste distribution de ce produit chimique dans tout le lac pendant la saison d'épandage des herbicides (juin et juillet). Ce phénomène est suivi par la disparition rapide du produit, puis par sa réapparition partielle attribuable à la décomposition des massifs de mille-feuilles. Le composé disparaît pratiquement du système à la fin de septembre. Les entrées et les sorties calculées révèlent que la plus grande partie du produit chimique n'est pas perdue à la sortie, mais se dégrade dans le lac. L'apparition de 2,4-D dans le lac au mois de mai, avant la saison de lutte contre le mille-feuille, est attribuée au ruissellement printanier qui charrie les résidus de 2,4-D qui restent des épandages de pesticides faits l'année précédente.

Les études en bassin fermé et sur le terrain ont montré que les utilisations actuelles de 2,4-D dans la lutte contre le mille-feuille ne devraient pas avoir d'effets importants sur les écosystèmes d'eau douce, ni nuire à la qualité de l'eau, et que le produit ne persiste pas dans les lacs et ne s'accumule pas dans les sédiments au-delà de la saison de culture. (*Nagy, Hart*)

Accumulation des effets des contaminants toxiques dans le biote aquatique. Les études sur la bioaccumulation sont un volet indispensable des recherches sur l'évolution des contaminants dans les milieux aquatiques pollués. Elles fournissent en effet des renseignements importants sur le comportement des contaminants, notamment sur leur biodisponibilité, leur trajectoire et leur mode d'entrée dans le biote, ainsi que sur les réponses au processus métabolique (persistance, transformation, dégradation). L'étude de la bioaccumulation permet également d'identifier les organismes qui peuvent servir d'indicateurs dans les programmes de biocontrôle.

Les différences dans la bioaccumulation des chlorophénols, des benzonthiazoles et des diphénylamines chez le méné commun, le naseux des rapides et l'écrevisse ont été étudiées sur place dans le ruisseau Canagagique en Ontario. Après une exposition d'une semaine, ce sont les écrevisses qui

affichaient la plus faible capacité de bioconcentration pour tous les composés, tandis que les deux espèces de poissons affichaient une capacité remarquablement semblable. Les concentrations des divers composés dans le biote n'étaient pas toujours proportionnelles à leur concentration dans l'eau. Par exemple, le 2,4,5-TCP représentait environ 30 % des chlorophénols totaux dans le biote, mais seulement 15 % dans l'eau. Par contraste, le 2,6-DCP ne représentait que 10 % des chlorophénols totaux dans le biote, comparativement à 21 % dans l'eau. Le biote accumulait de très fortes concentrations de 2-(méthylthio) benzothiazole, comme le laissaient voir les concentrations élevées de ce composé dans l'eau. Toutefois, l'absorption de benzothiazole était étonnamment faible. Les concentrations tissulaires de ce composé étaient semblables à celles de 2,4-DCP, et pourtant les concentrations du premier dans l'eau étaient de 15 fois supérieures à celles du second. Les concentrations dans l'eau de diphénylamine étaient semblables à celles de 2,4-DCP, mais elles étaient trois fois plus concentrées dans les organismes. Ces résultats font ressortir la futilité de toute évaluation des contaminants dans un écosystème à partir des concentrations de contaminants relevées seulement dans l'eau. Cette étude semble être la première à étudier la bioaccumulation des dérivés de benzothiazole dans le biote aquatique.

Les taux comparatifs de dépuration des chlorophénols, des benzothiazoles, des lindanes et du DDT par les sangsues *Dina dubia, Erpobdella punctata* et *Helobdella stagnalis* ont été déterminés en laboratoire. Des sangsues contaminées ont été prélevées dans le ruisseau Canagagique et ont été placées pendant 28 jours dans de l'eau propre en mouvement afin de libérer leur charge corporelle de contaminants. Les résultats sont présentés au tableau 1. Il ressort que les mécanismes de régulation des sangsues sont inefficaces pour éliminer les chlorophénols et les dérivés du DDT de leur système. Ces composés sont très persistants dans *E. punctata*, l'espèce la plus grosse et qui vit le plus longtemps. La dépuration rapide de 2-(méthylthio) benzothiazole est particulièrement remarquable, étant donné que les concentrations tissulaires initiales de ce composé étaient supérieures de un à plusieurs ordres de grandeur à celles des autres composés.

La persistance du DDT et des composés associés dans le biote est un phénomène généralisé. Toutefois, on sait que les chlorophénols ne persistent *pas* dans les poissons et les bivalves. Cette étude démontre que les sangsues pourraient être d'excellents biomoniteurs pour détecter la contamination d'un plan d'eau par les chlorophénols. Elle souligne également que ce ne sont pas tous les organismes qui peuvent servir de biomoniteurs pour tous les composés. Seules des études en laboratoire telles que celle-ci peuvent identifier les meilleurs biomoniteurs à utiliser selon les diverses conditions de pollution. (*Metcalfe, Carey, Fox, Coletta*)

Produits chimiques persistants dans les précipitations. Les études sur les dépôts de polluants organiques persistants par les précipitations se sont poursuivies en 1984. L'échantillonnage a été élargi afin d'inclure les stations du parc national Kouchibouguac (Nouveau-Brunswick) et du lac Cree (nord de la Saskatchewan); les échantillonnages à l'île Caribou et dans la baie Agawa dans le lac Supérieur se sont poursuivis. Les concentrations pondérées en fonction du volume pour 1984 et les saisons précédentes sont présentées au tableau 2.

Il semble y avoir une tendance à la baisse avec le temps dans les concentrations pour BPC, alpha-BHC et lindane dans les sites de Batchawana, de la baie Agawa et de l'île Caribou, qui, tous, se trouvent du côté est du lac Supérieur. Il semble également y avoir une tendance à la baisse au large du lac, d'ouest en est (île Royale et île Caribou) et peu ou pas de différence entre les emplacements du large et du rivage (île Caribou et baie Agawa) pour des intervalles temporels pratiquement identiques.

Les concentrations de ces composés dans les précipitations relevées à Kouchibouguac, au lac Cree, dans l'île Caribou et dans la baie Agawa ne varient pas de façon significative pour les principaux contaminants dans ce milieu et nous laissent croire fortement que les dépôts atmosphériques sont comparables partout au pays, du moins à l'est des Rocheuses. On prévoit procéder à des échantillonnages dans la région du Pacifique. En outre, un nouvel échantillonneur prototype toutes saisons (c'est-à-dire pluie et neige) est en train d'être évalué; cet appareil permet d'enregistrer les données

Tableau 1. Demi-vies de dépuration (jours) des contaminants organiques dans les sangsues

Composé	Espèces de sangsues		
	Dina dubia	*Erpobdella punctata*	*Helobdella stagnalis*
2,6-DCP	33	ADS	—
2,4-DCP	43	ADS	43
3,4-DCP	30	ADS	100
2,4,6-TCP	25	ADS	33
2,3,6-TCP	ADS	ADS	ADS
2,4,5-TCP	ADS	ADS	30
2,3,4,6-TTCP	ADS	ADS	ADS
PCP	ADS	27	ADS
p,p'-DDT	ADS	ADS	6
p,p'-DDE	ADS	ADS	ADS
p,p'-DDD	10	22	13
o,p'-DDE	ADS	ADS	60
o,p'-DDD	13	34	6
Lindane	<1	1	—
Benzothiazole	10	7	<1
2-(Méthylthio) benzothiazole	2	3	—

ADS : Aucune dépuration significative sur une période d'un mois.

Tableau 2. Moyennes pondérées des concentrations de contaminants dans les précipitations en 1984 (ng·L⁻¹)

Composé	1976/77 Batch-awana*	1983 Île Royale	1983 Île Caribou	1984 Île Caribou	1984 Baie Agawa	1984 Kouchi-bouguac	1984 Lac Cree
α-BHC	14	36	15	6.5	6.7	13	6.5
Lindane	8	8.4	4.3	3.0	2.9	6.7	1.2
Heptachlore-époxyde	ND	0.31	0.21	0.28	0.18	0.07	0.02
Dieldrine	0.67	ND	0.24	0.96	0.62	0.27	0.38
Endrine	ND	ND	0.02	0.07	0.08	0.66	0.24
pp′-DDE	ND	0.37	0.08	0.17	0.09	0.02	0.07
pp′-DDT	ND	0.03	0.17	0.46	0.11	0.19	ND
pp′-DDD	ND	0.79	0.02	0.06	ND	0.14	0.19
Méthoxychlore	2	2.6	2.1	1.4	0.59	0.02	0.09
BPCs	33	6.7	5.9	2.5	3.2	1.1	3.1
HCB	ND	0.03	0.10	0.09	0.03	0.07	0.01
α-chlordane	ND	ND	ND	0.06	0.02	ND	ND
γ-chlordane	ND	ND	ND	0.20	0.06	ND	ND

*La sensibilité et la valeur statistique des données ne sont pas les mêmes que dans les autres cas.
ND — non détectée.

automatiquement et peut aussi ne mesurer que les retombées humides. (*Strachan*)

Accumulation/dégradation des contaminants organiques toxiques dans les écosystèmes fluviaux. Au cours des quelques dernières années, cette étude a surtout porté sur les trajectoires d'accumulation et de dégradation des chlorophénols. Pour obtenir des données sur la distribution de ces composés dans l'environnement, des échantillonnages ont été effectués sur le terrain dans l'estuaire du Fraser en Colombie-Britannique et dans la rivière North Saskatchewan, en Alberta et en Saskatchewan. Les teneurs en chlorophénols dans l'eau et dans le biote de la rivière North Saskatchewan étaient faibles, mais l'eau et les poissons de l'estuaire du Fraser affichaient des teneurs élevées en 2,3,4,6-tétrachlorophénol (2,3,4,6-TCP) et en pentachlorophénol (PCP). Les facteurs de bioconcentration de ces composés variaient entre 100, pour le 2,3,4,6-TCP dans la plie étoilée, à 1600 pour le PCP dans le chabot. D'après les rapports isomériques et les variations géologiques des teneurs, il semble que l'industrie du bois d'oeuvre soit à l'origine des chlorophénols que l'on trouve dans le Fraser. Un programme d'échantillonnage plus détaillé est prévu pour l'année prochaine.

Nous avons déjà démontré que les isomères CP présents dans les eaux souterraines des secteurs de rejet de produits chimiques semblent être le produit de la déshalogénation anaérobie des CP originaux déposés dans ces endroits. Cette trajectoire de dégradation a aujourd'hui été confirmée au moyen d'une série d'expériences en laboratoire avec des sédiments provenant du bassin Windermere, dans le port de Hamilton. Le cheminement stérique de la déshalogénation anaérobie des CP a été étudié et il est apparu que les orthosubstituants étaient les plus réactifs. Dans les cas où les deux méta-positions sont occupées par le chlore, la para-position est également réactive. En conséquence, le pentachlorophénol (PCP) peut perdre trois chlores successifs pour donner le 3,5-dichlorophénol, tandis que le 2,3,4,6 tétrachlorophénol (2,3,4,6-TeCP) ne perd que deux chlores pour donner le 3,4-dichlorophénol.

La présence dans le milieu de cette trajectoire de dégradation a été confirmée sur les lieux d'un gros déversement de chlorophénols survenu en Colombie-Britannique en 1978. Les eaux souterraines sur le lieu du déversement ont été échantillonnées en collaboration par le personnel de l'INRE et de l'INRH, région du Pacifique et du Yukon. Il est apparu que, bien que le matériau déversé ne contenait que des PCP et le 2,3,4,6-TeCP, les eaux souterraines situées directement sous le lieu du déversement contenaient tous les tétra- et tri-chlorophénols observés au cours des déshalogénations de ces composés en laboratoire. Dans les mesures sur le terrain, la demi-vie pour la perte d'un chlore via la déshalogénation anaérobie était d'environ dix ans. (*Carey, Fox, Metcalfe, Coletta, Hart*)

SECTION DES PROPRIÉTÉS DES MATIÈRES ORGANIQUES

L'objectif de cette Section est de déterminer les caractéristiques chimiques, physiques et biologiques des contaminants organiques, les rapports qualitatifs et quantitatifs entre ces caractéristiques, ainsi que leur influence sur la distribution, le cheminement et les effets de ces substances. Des expériences sur le terrain et en laboratoire sont effectuées pour déterminer les sources, le cheminement et les puits de composés zénobiotiques dans l'eau, les matières en suspension et les sédiments de fond des lacs et des cours d'eau, identifier les nouveaux contaminants, déterminer leur coefficient de partage eau/octanol et eau/sédiments, les taux d'adsorption/désorption, la dynamique, les produits et la cinétique métabolique, ainsi que leurs effets toxiques sur les bactéries, les levures et les champignons aquatiques représentatifs.

Recherche sur les canaux reliant les Grands lacs d'amont (les rivières Detroit et Sainte-Claire — problèmes de pollution). Les canaux d'interconnexion du secteur supérieur des Grands lacs, notamment les rivières Detroit et Sainte-Claire et le lac Sainte-Claire, sont reconnus comme des éléments importants de l'écosystème des Grands lacs. Ces régions sont caractérisées par la présence de nombreux effluents industriels et municipaux, un fort écoulement dans les rivières, et des zones sédimentaires dans le lac Sainte-Claire et le bassin occidental du lac Érié. C'est pourquoi les contaminants persistants qui pénètrent dans ce système peuvent être adsorbés sur les particules, puis décanter et être remis en suspension plusieurs fois. Le dragage des canaux de navigation, l'aménagement des rives pour fins industrielles et résidentielles et la modification du niveau des eaux contribuent en outre beaucoup aux interactions sédiments/contaminants.

Dans le cadre d'une étude multidisciplinaire, le personnel de la Section a entrepris un programme d'échantillonnage des eaux, du seston et des sédiments dans plus de 200 stations et a procédé à l'analyse et à l'interprétation des données ainsi recueillies afin de déterminer les teneurs en contaminants volatils et organiques, en levures, en bactéries fongiques, la toxicité aiguë, et les teneurs en phénols, en BPC et en hydrocarbures organochlorés et polycycliques. En outre, de gros échantillons d'eau (200 L) provenant de plus de 70 stations ont été centrifugés sur place et extraits au chlorure de méthylène et seront analysés par chromatographie en phase gazeuse et par spectrométrie de masse. D'après les résultats préliminaires, les charges de tétrachloroéthylène (fig. 14), de tétrachlorure de carbone, de 1,1,1-trichloroéthane et de trichloroéthylène sont élevées dans la rivière et le lac Sainte-Claire. (*Kaiser, Comba*)

Recherche sur les relations quantitatives structure-activité. Les relations quantitatives entre la structure et l'activité sont de précieux instruments pour prévoir de nombreuses caractéristiques biologiques et physico-chimiques des composés. En particulier, il est apparu que les facteurs de bioaccumulation, les toxicités aiguës et sublétales pour de nombreuses espèces aquatiques étaient certainement corrélées aux paramètres moléculaires (par exemple le potentiel d'ionisation) et grossiers (par exemple le coefficient de partage octanol/eau [log P]) des produits chimiques.

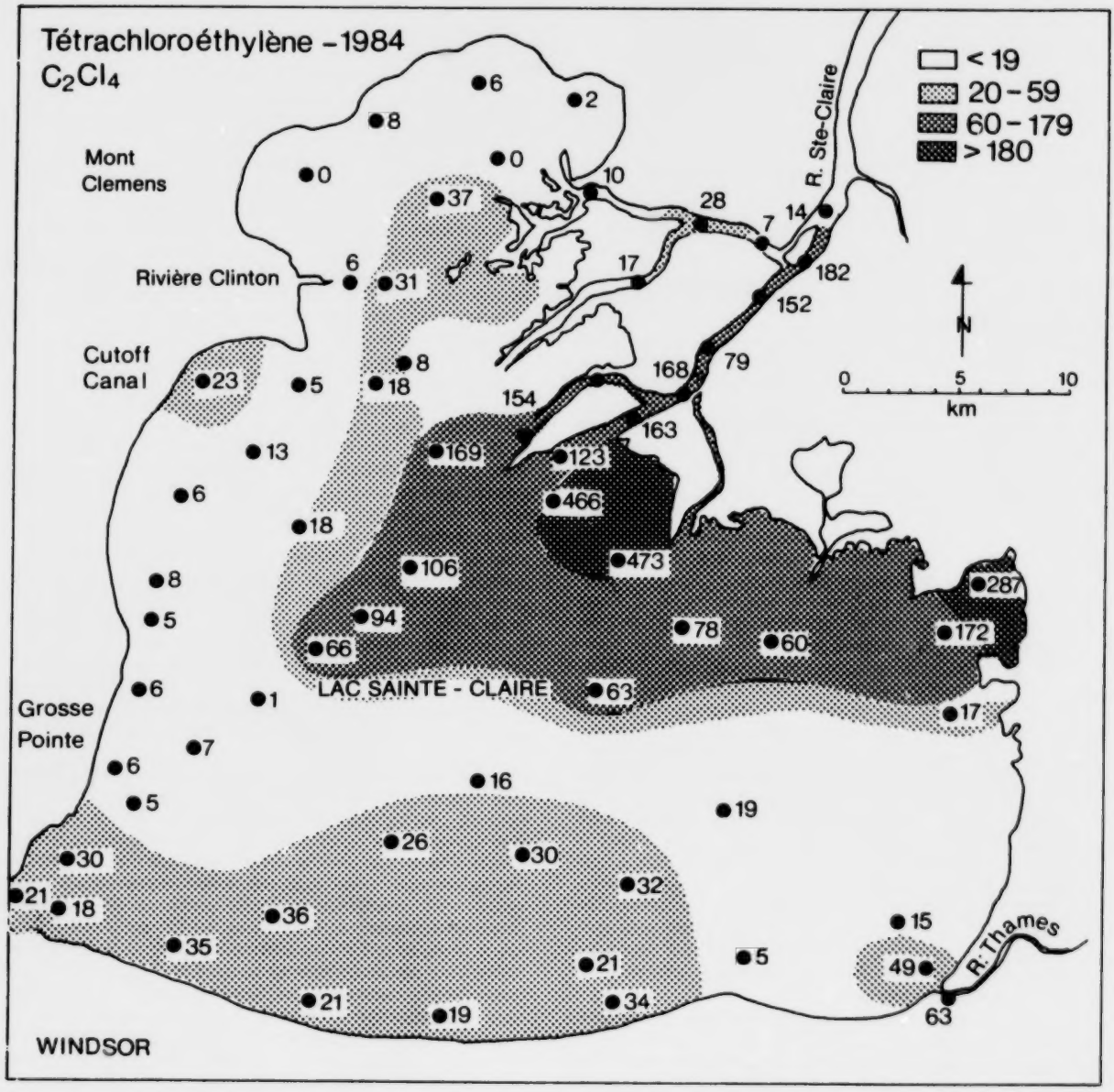


Figure 14. Concentration du tétrachloroéthylène dans l'eau de surface du lac Sainte-Claire à l'été 1984. Toutes les valeurs sont exprimées en nanogrammes par litre.

Des analyses en laboratoire de la toxicité (essai Microtox) de plus de 60 chlorophénols, -anilines, -benzènes, -nitrobenzènes, et -pyridines font ressortir des dépendances presque parallèles vis-à-vis de log P des groupes mentionnés (fig. 15). En outre, les interceptes de ces parallèles se sont révélées reliées au paramètre de l'effet hydrophile (moléculaire). Des recherches sont actuellement en cours sur de grandes séries de 1,4-dérivés de benzène bisubstitués avec différents groupes fonctionnels et substituants. (*Kaiser, Ribo, Comba*)

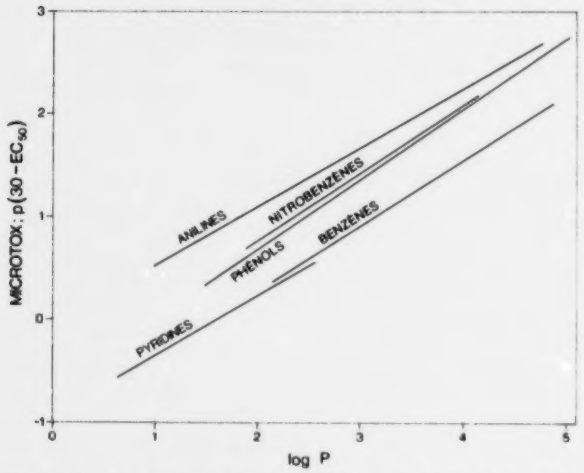


Figure 15. Courbe de toxicité (test Microtox de 30 min) de 68 composés chlorés en fonction de leurs coefficients de distribution octanol-eau (log P).

Dégradation des produits chimiques organiques toxiques. La dégradation des contaminants par interaction chimique avec l'eau (hydrolyse) ou de leurs dérivés par oxydation, réduction, irradiation et divers processus métaboliques est un des principaux mécanismes d'élimination de nombreux produits chimiques toxiques. Des études sont en cours afin d'élucider les mécanismes, les produits et les vitesses de réaction de ces processus pour certains groupes de produits chimiques et de contaminants choisis.

De l'aniline et un total de sept chloro-anilines ont été exposés à quatre souches de levure et de champignons de type levure, dont deux espèces oxydantes de type *Rhodotorula* et deux espèces fermentatives (*Pichia* et *Saccharomyces*). On a constaté une dégradation partielle dans les isomères chlorés inférieurs. Les concentrations produisant des réductions de croissance de 50 % sont corréliées quantitativement aux coefficients de partition octanol/eau des isomères. (*Kwasniewska, Kaiser*).

Quatre produits intermédiaires ont été identifiés pendant la transformation microbienne de 2,4-dinitrotoluène et deux de ceux-ci étaient des composés de nitroso (2-nitroso-4-nitrotoluène et 4-nitroso-2-nitrotoluène), qui sont les intermédiaires hypothétiques et avaient échappé à des détections antérieures. Deux composés de nitroso étaient instables et n'ont pu être observés qu'au premier stade de la dégradation anaérobie de 2,4-dinitrotoluène. Cette étude a démontré la possibilité de traiter les aromatiques nitro toxiques à l'aide des méthodes de biodégradation anaérobies. (*Liu, Thomson*)

Des dispersants chimiques sont utilisés pour lutter contre les déversements d'hydrocarbures, mais leur évolution dans le milieu aquatique demeure incertaine. Une étude a montré que le traitement des déversements d'hydrocarbures avec des dispersants chimiques n'entraîne que rarement une accumulation de contaminants organiques dans le milieu aquatique. L'application de la biotechnologie dans le traitement des résidus pétroliers et dans l'évaluation de la persistance et de l'évolution d'un produit chimique dans le milieu aquatique a également été étudiée afin de répondre à l'objectif du transfert de technologie vers l'industrie et les autres organismes gouvernementaux. À cause du très grand nombre de produits chimiques qui se trouvent dans l'environnement ou qui viennent d'y être introduits, il est urgent de mettre au point une méthode de dosage biologique rapide et précise à court terme afin d'évaluer la toxicité aiguë et sublétale des composés chimiques. En conséquence, une méthode de triage rapide et peu coûteuse basée sur la mesure quantitative des interactions entre les produits toxiques et la déshydrogénase microbienne a été mise au point pour évaluer la toxicité des produits chimiques hydrosolubles et insolubles dans l'eau. En outre, dix systèmes de dosage bactérien pour le repérage de la toxicité chimique ont également été systématiquement compilés dans un manuel en vue de faciliter le perfectionnement des dosages biologiques à court terme. Comme l'alcalinité peut influer sur la toxicité des produits chimiques, une méthode micro-manométrique basée sur la mesure quantitative du dioxyde de carbone libéré d'un échantillon par un tampon acide a été mise au point pour évaluer l'alcalinité de l'eau naturelle et des eaux usées. Afin de perfectionner encore plus les méthodes de dosage biologique à court terme, les facteurs influant sur le rapport structure-activité ont été étudiés à l'aide de divers types de produits chimiques et de bactéries. (*Liu, Thomson*)

Les études sur la conversion de certains constituants des BPC en matériaux de type humique insolubles ont été menées à terme et les résultats sont en cours de publication. Une étude sur les caractéristiques biochimiques de la dégradation des pentachlorophénols par les bactéries a été entamée, mais a été interrompue pour une période de sept mois à cause du prêt du scientifique responsable à un projet de l'ACDI en Éthiopie. (*Baxter*)

Recherche sur l'évolution des contaminants dans les Grands lacs. La disponibilité potentielle des contaminants adsorbés sur les sédiments et désorbés directement dans l'eau pour les organismes benthiques a soulevé certaines inquiétudes pendant longtemps. Une étude a donc été mise sur pied afin de déterminer l'absorption de plusieurs hydrocarbures chlorés par les vers aquatiques à partir des sédiments contaminés. On a trouvé que le facteur de concentration, FC (concentration chimique dans le ver/concentration chimique dans les sédiments), variait considérablement selon la structure du produit chimique et le type de sédiment. Par exemple, les FC variaient de 0.06 pour le 1,2,4,5-tétrachlorobenzène à 6.7 pour l'octachlorostyrène, différence de plus de deux ordres de grandeur. À cause des FC différents des divers produits chimiques, les oligochètes contenaient un mélange de produits chimiques différent de celui des sédiments dans lesquels ils vivaient. Les prédateurs du ver, tels que les petits poissons, sont donc exposés à un mélange de produits chimiques qui est différent de celui que l'on trouve dans les sédiments.

Par opposition à ces résultats, la désorption en phase gazeuse des produits chimiques chlorés des sédiments en suspension modifie très peu la structure chimique. La température semble être la variable la plus importante pour ce qui est de la vitesse de désorption. Les demi-vies de désorption passaient de 60 jours à 4°C à 40 jours à 20°C à 10 jours à 40°C lorsque l'on purgeait continuellement les matières organiques de l'eau. Quelques estimations grossières des charges de produits chimiques attribuables à la désorption des sédiments de fond dans le lac Ontario ont été comparées aux charges

des mêmes produits dans la rivière Niagara. Pour les composés dont les charges provenant de la rivière sont faibles, la désorption des sédiments de fond peut jouer un rôle important dans le contrôle des concentrations dans les eaux du lac. (*Oliver, Nicol*)

Une étude de deux ans sur 31 composés chlorés prélevés dans des échantillons hebdomadaires provenant de la rivière Niagara a révélé la présence de concentrations de fond mesurables pour la plupart des contaminants (phénomène probablement attribuable aux pertes continues des sites d'élimination des déchets chimiques situés le long de la rivière) et de pointes de concentration importantes et irrégulières (attribuables probablement aux déversements directs de produits chimiques dans la rivière). Bien qu'on ait réduit quelque peu les déversements au cours des dernières années, cette étude montre que le rejet de produits chimiques dans la rivière est toujours un problème.

Les contaminants de la rivière adsorbés par les particules en décantation dans le lac Ontario ont fait l'objet d'une étude à l'aide de pièges à sédiment. Les flux de contaminants dans les sédiments du lac se sont révélés de beaucoup inférieurs à ce qui était prévu, probablement à cause des pertes importantes par volatilisation dans le lac. La composition organique en trace des matériaux recueillis dans les pièges à sédiment a fait ressortir qu'il y avait une remise en suspension importante des sédiments de fond dans le lac Ontario, surtout en hiver. (*Oliver, Nicol, Charlton*)

Les études sur l'absorption et l'élimination des contaminants par la truite arc-en-ciel (avec A. Niimi, Direction de recherche sur les pêches dans les Grands lacs) se poursuivent. Les facteurs de bioconcentration déterminés grâce à ces études ont été reliés aux propriétés physicochimiques des produits chimiques. La corrélation est bonne pour les petits composés dont les coefficients de partage octanol/eau sont faibles. (*Oliver, Nicol*)

SECTION DES MATIÈRES INORGANIQUES

Le personnel de cette section établit la persistance et l'évolution des contaminants inorganiques et organométalliques dans les écosystèmes aquatiques au moyen d'études des écosystèmes contaminés et d'études en laboratoire des facteurs physiques, chimiques et biologiques qui déterminent la persistance et l'évolution des métaux et des contaminants organométalliques dans les écosystèmes aquatiques. Parmi les facteurs physiques étudiés, mentionnons les dépôts atmosphériques dans l'eau, la volatilisation à partir de l'eau, et l'adsorption sur les matières en suspension et les sédiments. Parmi les facteurs chimiques pris en considération, mentionnons la formation de complexes métalliques et la spéciation, l'hydrolyse et la dégradation photolytique par la lumière du soleil. Parmi les facteurs biologiques considérés, mentionnons l'absorption des contaminants par une variété d'organismes aquatiques et leur transformation (p. ex. la méthylation des métaux) et dégradation subséquentes.

Évolution du tributylétain en milieu aquatique. Le tributylétain est un pesticide très employé comme agent antiencrassement dans les peintures pour bateau, comme produit anti-moisissure dans les tours de refroidissement et comme agent de préservation du bois. C'est un produit très toxique pour les organismes aquatiques. Le but de cette étude est de déterminer son occurrence, sa persistance et son devenir dans les écosystèmes aquatiques.

Une recherche visant à doser le tributylétain présent dans l'eau et dans les sédiments dans 250 emplacements au Canada est sur le point d'être terminée. Les résultats préliminaires indiquent que le tributylétain se trouve surtout dans les ports et autres lieux de navigation et de trafic maritime intense. Ce phénomène est probablement attribuable au fait qu'il est utilisé comme agent anti-encrassement dans les peintures pour bateau et pour quai. Le tableau 3 donne certains des résultats préliminaires sur l'occurrence du tributylétain.

Vingt-deux des 37 échantillons d'eau qui figurent au tableau 3 affichent des concentrations qui dépassent la valeur de 0.07 Sn/$\mu g \cdot L^{-1}$, qui entraîne un ralentissement de la croissance du frai de la truite arc-en-ciel. La concentration de tributylétain à un endroit, le port de Toronto, dépassait la CL_{50} de 24 heures de 11 Sn $\mu g \cdot L^{-1}$ pour la truite arc-en-ciel adulte. Il y a donc lieu de s'inquiéter de la toxicité chronique du tributylétain pour les organismes sensibles de ces régions. L'importance toxicologique du tributylétain liée aux sédiments n'est pas encore bien établie. On suppose en général que l'adsorption du tributylétain sur les sédiments constitue un mécanisme d'élimination de ce produit dans le milieu aquatique. Nous avons toutefois montré que les oligochètes absorbent le tributylétain contenu dans les sédiments le rendant ainsi potentiellement biodisponible pour les poissons se nourrissant au fond.

Une étude intensive des caractéristiques chimiques et de l'évolution dans l'environnement du tributylétain a montré que les principaux facteurs limitant la persistance étaient la lumière solaire et la dégradation bactérienne et, dans les conditions qui règnent au Canada, que sa demi-vie est d'au moins plusieurs mois. L'évolution ultime du tributylétain est probablement sa conversion en oxyde stannique insoluble non dangereux et sa précipitation dans les sédiments. (*Maguire, Tkacz*)

Occurrence et évolution des alkyl-plombs dans le milieu aquatique. Des échantillons de poissons, de sédiments et de la micro-couche d'eau superficielle prélevés dans la rivière Ste-Claire et le fleuve Saint-Laurent affichaient des teneurs

Tableau 3. Teneur en tributylétain dans l'eau, les sédiments et les poissons

Milieu	Occurrence	Fourchette des teneurs de tributylétain	Emplacements les plus contaminés
Eau	37 sur 110 emplacements	0.01–18.10 $\mu g \cdot L^{-1}$	Ports de Toronto, Port Hope et Whitby
Sédiments	20 sur 76 emplacements	0.01–3.52 $mg \cdot kg^{-1}$ poids sec	Ports de Toronto, Montréal et Whitby
Poissons	4 sur 13 emplacements	0.01–0.02 $mg \cdot kg^{-1}$ poids sec	Port de Hamilton

importantes en espèces de tétra-, tri- et dialkyl-plomb (où alkyl = méthyl ou éthyl), que l'on croit provenir de la région des usines de fabrication de l'antidétonant au tétraalkyl-plomb. Le triéthylplomb est généralement la plus toxique des espèces d'alkylplomb pour les organismes aquatiques. Les bivalves d'eau douce (*Elliptio complanata*) accumulent les triéthyl- et triméthylplomb dans leurs muscles et leurs viscères et, apparemment, ne métabolisent pas ces espèces.

Les composés d'alkylplomb sont dégradés par la lumière du soleil en plomb inorganique en passant par des étapes successives de désalkylation. Les demi-vies de dégradation sont généralement de quelques heures à quelques jours.

La méthylation abiotique du plomb (II) en méthylplomb (IV) par l'iodure de méthyl se fait rapidement. Un tel processus pourrait être important du point de vue environnemental étant donné la présence d'iodure de méthyl dans les eaux naturelles et pourrait également expliquer la présence d'espèces de méthylplomb et de méthylétain dans les eaux naturelles éloignées de toute source anthropique. Bien que l'on ait montré l'existence de transméthylations environnementales entre certains éléments, le méthylplomb (IV) n'est probablement pas produit de cette façon. Les espèces de méthylplomb, toutefois, peuvent transférer le groupe méthyl à d'autres métaux tels que l'étain.

Des travaux préliminaires ont été effectués sur l'utilisation du rapport de la charge d'énergie de l'adénylate dans le phytoplancton comme indicateur de stress environnemental. Le rapport est basé sur les concentrations de ATP, ADP et AMP dans un organisme. Il pourrait être très précieux comme indicateur de stress environnemental dû à la pollution si, comme on l'a supposé, le principe peut être généralisé à tous les niveaux des chaînes alimentaires aquatiques. (*Chau, Bengert*)

Biodisponibilité des métaux toxiques, des métalloïdes et du phosphore dans les écosystèmes aquatiques. Une étude sur la disponibilité géochimique des éléments dans les sédiments de fond de la rivière Detroit et de l'ouest du lac Érié a montré que les oxydes de fer hydreux sont les facteurs extrinsèques dominants qui contrôlent la mobilité du phosphore, du cadmium, du zinc, du cobalt, du plomb, du chrome, du nickel et du manganèse dans le milieu. Dans l'écosystème aquatique, on suppose que la présence de quantités de fer supérieures aux quantités de phosphore (à cause de la mise en place des mesures de dépollution pour ce qui est du second) est bénéfique à cause du ramassage efficace des contaminants organiques. On a montré que la rivière Welland apporte 12 t de zinc par année dans le lac Ontario, ce qui représente 9 % des 136 t apportées par la rivière Niagara. Ce pourcentage devrait aller en augmentant étant donné que la principale source de zinc dans la rivière Niagara, la Bethlehem Steel Corp., a cessé ses opérations de métallurgie en 1983.

Des recherches sont en cours afin de 1) valider les méthodes analytiques de détermination de la spéciation du cadmium et de sa disponibilité dans l'eau, les sédiments et autres «compartiments» environnementaux, 2) déterminer le cheminement géochimique des contaminants inorganiques dans le Saint-Laurent et le port d'Hamilton. (*Lum, Kokotich*)

Spéciation et biodisponibilité des métaux et des métalloïdes. L'association de métaux à divers constituants des sédiments a été étudiée au moyen de la séparation des sédiments du lac Érié et des rivières Niagara et Detroit en sept fractions granulométriques. Les caractéristiques géochimiques et minéralogiques de chaque fraction granulométrique ont été déterminées de même que leur concentration de métaux. Les résultats indiquent que la plupart des métaux étaient associés soit à des minéraux argileux, soit à des matières organiques dans le lac Érié. Les particules fines des rivières Niagara et Detroit affichaient des concentrations de plomb, de zinc, de cuivre, de chrome et de cobalt jusqu'à 26 fois supérieures à celles des particules fines du lac Érié. Ces particules peuvent être remises en suspension et transportées de la rivière Detroit jusque dans le lac Érié et de la rivière Niagara jusque dans le lac Ontario.

Les lacs de tête de la rivière Shubenacadie en Nouvelle-Écosse sont contaminés par l'arsenic et le mercure par suite des anciennes activités d'extraction aurifère dans la région. Des études sur le cheminement de l'arsenic et du mercure dans la chaîne alimentaire ont montré que les organismes benthiques, et particulièrement les vers aquatiques, les chironomidés et les bivalves, en absorbaient des quantités importantes. (*Mudroch, Kokotich*).

SECTION DES RADIONUCLÉÏDES

L'objectif principal de cette section est d'étudier le comportement des radionucléïdes d'origine naturelle et artificielle dans les écosystèmes aquatiques canadiens. Parmi les études entreprises, mentionnons la détermination du cheminement aquatique des radionucléïdes rejetés dans les rivières et les lacs, la mesure des teneurs de ces radionucléïdes dans l'eau, le biote et les sédiments, la mise au point de méthodes de dosage de ces radionucléïdes, et l'application d'un modèle de prévision de la dispersion des radionucléïdes dans les eaux de surface.

Radionucléïdes de la série de l'uranium dans la baie Langley, écosystème du lac Athabasca (Saskatchewan). Les concentrations de ces radionucléïdes ont été mesurées dans plus de 150 échantillons de sédiments, d'eau, de poissons et d'herbes aquatiques afin d'évaluer l'ampleur de la contamination par les radionucléïdes attribuable à un stérile de mine d'uranium abandonné. D'après une évaluation préliminaire des données, il semble que les contaminants sont transportés par les sédiments jusque dans le lac Athabasca. Les mesures des radionucléïdes sont actuellement complétées par des données sur des éléments stables (20). La distribution des radionucléïdes dans divers organes des poissons fait également l'objet d'une étude. (*Joshi, Platford, Thompson*)

Le site de gestion des déchets radioactifs de Port Granby. Nos analyses sur le dosage des radioisotopes qui s'échappent du site se sont terminées en 1984. Les concentrations dans les divers emplacements du site en aval sont données par les symboles 3 à 9 dans la figure 16. Les concentrations de ^{226}Ra et d'uranium sont en-deçà des limites maximales admissibles pour l'eau potable (établies par le ministère de la Santé et du Bien-être social) à tous les points situés à plus de 1 m de la rive du lac Ontario. (*Platford, Joshi, FitzGerald*)

Cheminement des radionucléïdes dans le réseau hydrographique de la rivière Niagara et du lac Ontario. Les concentrations de ^{137}Cs, ^{238}Pu, $^{239,240}Pu$, ^{241}Am et de divers isotopes de l'uranium et du thorium ont été mesurées dans cinq carottes de sédiments, datées au ^{210}Pb, provenant du lac Ontario. L'analyse préliminaire des données montre que ces emplacements reçoivent des apports de ^{137}Cs, ^{238}Pu, $^{239,240}Pu$ et ^{241}Am non reliés aux retombées. Une caractéristique unique, commune à tous les emplacements, est l'incompatibilité des profils de ^{137}Cs et de ceux des transuraniques. D'autres travaux sont en cours pour évaluer ces profils et le rôle du mélange des sédiments. (*Joshi, Thompson*)

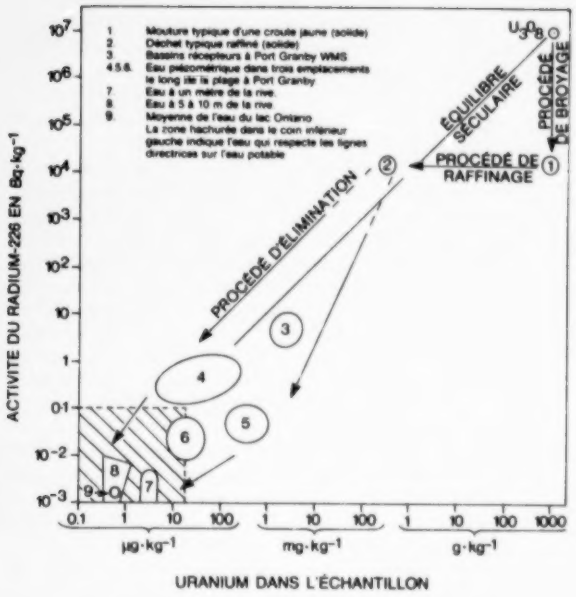


Figure 16. Rapport radium/uranium dans les compartiments types solides et liquides à l'emplacement de Port Granby en Ontario. WMS-site de gestion des déchets.

SECTION DES DÉPÔTS ACIDES

L'objectif du projet de recherche mené par la Section des dépôts acides est d'évaluer et de comprendre la réponse hydrogéochimique des bassins sensibles aux acides au dépôt de polluants atmosphériques. On a entrepris deux projets qui portent sur le bassin versant des lacs Turkey. La première étude vise à calculer les bilans massiques pour définir les mécanismes géochimiques les plus importants dans la relation «dose-réponse» pour ce bassin, tandis que le but de la seconde étude est de définir les facteurs ou processus qui régissent l'acidification à court terme associée à la fonte des neiges au printemps.

Le bassin versant des lacs Turkey est un bassin étalonné hydrologiquement (superficie de 10.5 km²) qui n'est pas aménagé et qui est situé à 50 km au nord de Sault Ste. Marie (Ontario). Il est entièrement couvert de forêt (mélange de bois dur) et contient une chaîne de cinq bassins lacustres qui présentent une grande sensibilité géochimique et toute une gamme de réponses aux dépôts acides. Par exemple, l'alcalinité moyenne des lacs passe de 0.04 à 0.19 meq·L^{-1} entre la source et le lac d'aval. La géologie et la géochimie du bassin ont été décrites.

Bilans massiques géochimiques dans un bassin versant étalonné. Toutes les données nécessaires au calcul des bilans massiques du lac ont été recueillies entre juin 1981 et mai 1985. Les bilans massiques des ions pour deux «années-eau» (juin-mai 1981-1982 et 1982-1983) pour un lac de haute altitude (lac Batchawana sud) et un lac de basse altitude (lac Turkey) ont été calculés. À titre d'exemple, les bilans de paramètres choisis pour la deuxième année sont donnés au tableau 4. Les bilans montrent que presque tous les ions d'hydrogène, mais seulement une partie de l'ammoniac et des nitrates entrant dans le lac, sont retenus (perte — gain <1); par conséquent, ces trois espèces jouent toutes un rôle acidifiant dans le bassin versant des lacs Turkey. Les bilans du sulfate sont à peu près en équilibre, c'est-à-dire que le sulfate du bassin versant des lacs Turkey est en condition de régime permanent. La perte excessive de calcium et particulièrement de l'alcalinité par rapport au gain laisse croire à la présence de sources non identifiées de ces deux ions. Parmi les sources probables, mentionnons les eaux souterraines et la production primaire; il se pourrait aussi que la source soit la production d'alcalinité dans le lac même via la réduction du sulfate. Les études sur le bilan massique du bassin versant des lacs Turkey se poursuivent. (*Jeffries, Semkin, Neureuther, Seymour, Gough*)

Fonte des neiges et choc acide. L'accumulation et la perte de polluants ioniques dans le manteau nival annuel est étudiée dans le bassin des lacs Turkey depuis 1981. En 1985, une «boîte à neige» a été utilisée pour recueillir (*in situ*) l'accumulation de neige et, par la suite, canaliser toutes les eaux de fonte et les eaux de précipitation dans un collecteur de fraction «à priorité volumique». Un exemple de la concentration d'ions d'hydrogène dans la neige et les eaux de fonte est

Tableau 4. Bilan massique (keq) de certains ions choisis dans le lac Batchawana sud et le lac Turkey entre juin 1982 et mai 1983

Ion	Lac	Apport					
		Dépôt en vrac	Bassin terrestre	Principale entrée	Apport total	Perte totale	Perte/ apport
H	Batchawana	4.3	1.4	0.4	6.1	1.2	0.19
	Turkey	38	0	1	40	0	0
Ca	Batchawana	0.5	42.2	20.8	63.4	91.9	1.45
	Turkey	4	504	1043	1551	1972	1.27
NH_4	Batchawana	1.5	0.4	0.8	2.7	2.3	0.85
	Turkey	14	2	3	18	10	0.57
Alk	Batchawana	−4.3	4.4	6.0	6.1	28.3	4.68
	Turkey	−38	249	580	788	1260	1.60
SO_4	Batchawana	4.5	46.5	20.3	71.3	81.3	1.14
	Turkey	40	262	582	883	936	1.06
NO_3	Batchawana	2.3	6.3	2.3	10.8	9.3	0.86
	Turkey	20	53	78	152	111	0.73

donné à la figure 17. Nos études montrent que, dans le bassin versant des lacs Turkey, la qualité de l'eau de fonte est fortement influencée par les précipitations. En particulier, le principal anion acide qui s'accumule dans la neige est le nitrate; avec l'influence des pluies de printemps, toutefois, l'anion dominant dans l'eau de fonte est habituellement le sulfate. (*Jeffries, Semkin, English, Neureuther*)

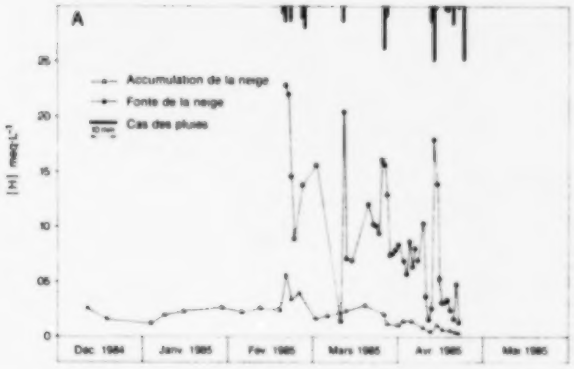


Figure 17. Ion hydrogène dans la neige et dans les eaux de fonte.

LISTE DU PERSONNEL

Chef — R.J. Allan, B.Sc., M.S., Ph.D., D.Sc.
Secrétaire — E.M. Kerr
Agent d'administration — F. Boyd

Section du cheminement des matières organiques

Chef

J.H. Carey, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	photodégradation des contaminants organiques

Chercheurs

M.E. Fox, B.Sc.	contaminants organiques persistants dans les écosystèmes aquatiques
J.L. Metcalfe, B.Sc.	évolution biologique des contaminants
E. Nagy, Dipl. Chem., M.Sc., Ph.D.	évolution et effets des herbicides
W.M.J. Strachan, B.A., M.A., Ph.D.	contaminants organiques dans les écosystèmes aquatiques, principalement l'eau de pluie

Techniciens
L. Coletta
J.H. Hart

Section des propriétés des matières organiques

Chef

K.L.E. Kaiser, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	corrélations structure-activités des contaminants organiques

Chercheurs

R.M. Baxter, B.Sc., Ph.D.	biochimie et produits de dégradation des PCB
K. Kwasniewska, M.Sc.	biodégradation des contaminants organiques et toxicité pour les micro-organismes
D.L.S. Liu, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	biodégradation des contaminants organiques
B.G. Oliver, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	sources des contaminants organiques aquatiques, sous-produits de chloration de l'eau

Techniciens
M.E. Comba
K.D. Nicol
K. Thomson, B.Sc.

Section des matières organiques

Chef

R.J. Maguire, B.Sc., Ph.D.	évolution des composés organo-métalliques dans l'eau

Chercheurs

Y.K. Chau, B.Sc., M.Sc., Ph.D., D.Sc.	processus chimiques et biologiques des composés organo-métalliques dans le milieu aquatique; spéciation et toxicité des métaux
K.R. Lum, B.Sc., Ph.D.	formes chimiques des métaux à l'état de trace et géochimie des matières particulaires
A. Mudroch, Dipl. Chem., M.Sc.	bio-essai et géochimie des sédiments

Techniciens
G.A. Bengert, B.Sc.
R.J. Tkacz, B.Sc.
E. Kokotich, B.Sc.

Section des dépôts acides

Chef

D.S. Jeffries, B.Sc., Ph.D.	processus géochimiques régissant l'acidification des lacs; géochimie des métaux

Chercheurs

R.G. Semkin, B.Sc., M.Sc.	processus géochimiques régissant l'acidification des lacs

Études post-doctorales

M. English, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	chimie de la neige

Techniciens
M.D. Semour
J. Longlade, B.Sc.
R. Neureuther

Section des radionucléides

Chef

S.R. Joshi, B.Sc., M.Sc., Ph.D.	cheminement aquatique des radionucléides

Chercheurs

R.F. Platford, B.A., M.Sc., Ph.D. — chimie physique des radionucléïdes

Techniciens

J.A. FitzGerald
S.P. Thompson, B.Sc.

COMITÉS DONT FAIT PARTIE LE PERSONNEL DE LA DIVISION

R.J. Allan

Comité de rédaction, «Bulletin de la qualité des eaux» de l'OMS

Rédacteur en chef, *Water Pollution Research Journal of Canada*

Comité consultatif scientifique, CMI (AQEGL)

J.H. Carey

Comité interministériel sur les contaminants toxiques — région de l'Ontario

Y.K. Chau

CNRC, Secrétariat environnemental sur les organotines

CRSNJ, Groupe d'étude sur la toxicologie environnementale

Conseil canadien des normes

M.E. Fox

Groupe de travail sur le plan de surveillance de la rivière Niagara et du fleuve St-Laurent

D.S. Jeffries

Comité directeur sur les pluies acides dans le bassin versant d'Algoma

Comité de coordination de la recherche et de la surveillance, groupe de travail sur l'évaluation TADPA

S.R. Joshi

Comité consultatif sur le nucléaire, MDE

Sous-comité de l'analyse des producteurs canadiens d'uranium

Comité consultatif canadien/Normes internationales

Organisation, TC/SC3-Qualité de l'eau/Méthodes radiologiques

K.L.E. Kaiser

UGLCC, Groupe de travail sur l'eau

D.S. Liu

Conseil canadien des normes

ASTM, Groupe sur la consommation en oxygène

ONU-FAO, Groupe de la pollution marine

K.R. Lum

MDE, Groupe de travail sur le cadmium

R.J. Maguire

Surveillance environnementale sur les activités de lutte contre les insectes des forêts

CNRC, Secrétariat environnemental sur les organotines

ECA, Comité d'évaluation des produits chimiques

A. Mudroch

Groupe d'étude fédéral-provincial des lacs Schubenacadie, Direction générale des eaux intérieures

E. Nagy

GCRD, Groupe de travail sur le devenir du pétrole

B.F. Scott

Organisation internationale de normalisation

MDE — Équipe d'urgence environnementale de l'Ontario

JCRD, Groupe de travail sur le devenir du pétrole

W.M.J. Strachan

Comité interministériel sur les contaminants toxiques — Région de l'Ontario (AQEGL)

CMI/SAB Comité sur les objectifs pour les systèmes aquatiques (AQEGL) — Président

CMI/SAB-DQE, Comité de coordination pour l'évaluation des produits chimiques (AQEGL)

MDE/SBSC, Comité sur les produits chimiques toxiques (ECA)

PUBLICATIONS

Allan, R.J. 1984. The Canadian approach to water studies. Proc. Workshop on Surface Water Resources Data. Australian Water Resources Council Conf. Series No. 10, pp. 293–300.

Allan, R.J. 1985. The role of particulate matter in the transport and burial of contaminants in aquatic ecosystems. Dans *The Role of Particulate Matter in the Transport and Fate of Pollutants*, Préparé par B.T. Hart, Pub. Water Studies Centre, C.I.T., Melbourne, Australie, chapitre 1, pp. 1–56.

Allan, R.J. 1985. The role of particulate matter in the bioavailability, recycling and bioaccumulation of contaminants in aquatic ecosystems. Dans *The Role of Particulate Matter in the Transport and Fate of Pollutants*, Préparé par B.T. Hart, Pub. Water Studies Centre, C.I.T., Melbourne, Australie, chapitre 2, pp. 57–96.

Allan, R.J., T. Brydges, D. Dodge, R.D. Hamilton, D.G. Jeffs, et K. Shikaze. 1984. Mercury Pollution in the Wabigoon–English River System of Northwestern Ontario and Possible Remedial Measures. Rapport final du Comité directeur, vol. 1, 18 p. et vol. 2, 538 p.

Baxter, R.M. 1985. Environmental Effects of Reservoirs. Dans *Microbial Processes in Reservoirs*, Préparé par D. Gunnison, Dr. W. Junk, Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, pp. 1–26.

Baxter, R.M. 1985. Bacterial formation of humus-like material from polychlorinted biphenyls (PCBs). Water Pollut. Res. J. Can. Sous presse.

Bobba, A.G., D.C.L. Lam, **D.S. Jeffries,** D. Bottomley, J.Y. Charette, et L. Logan. Modelling the hydrological regimes in acidified watersheds. Wat. Air Soil Pollut.

Carey, J.H. (Membre du panel). 1985. TFM and Bayer 73: Lampricides in the aquatic environment. Conseil national de recherches du Canada, CNRC nº 22488.

Carey, J.H., et S.A. Zaidi. Use of low pressure mercury lamps for the photodecomposition of iron cyanide in gold mill effluents. J. Water Pollut. Res. Can. Sous presse.

Carey, J.H., M.E. Fox, B.G. Brownlee, **J.L. Metcalfe, et R.F. Platford.** 1985. Disappearance kinetics of 2,4- and 3,4-chlorophenols in a fluvial system. Can. J. Physiol. Pharmacol., 62: 971–975.

Chau, Y.K. 1985. Analytical aspects of organo-metallic speciation in freshwater systems. Dans *The Importance of Chemical Speciation in Environmental Processes*, Préparé par F.E. Brinckman et M. Bernhard, Springer-Verlag, Berlin. Sous presse.

Chau, Y.K., et P.T.S. Wong. 1985. Organo-group IV compounds in the environment. Dans *Organometallics in the Environment.*, Préparé par P.G. Craig, Longmans Press, Londres. Sous presse.

Chau, Y.K., R.J. Maguire, P.T.S. Wong, et M. Sanderson (rédacteurs). 1985. The St. Clair River — Detroit River. Special Issue. J. Great Lakes Res., 11: 191.

Chau, Y.K., R.J. Maguire, P.T.S. Wong, B.A. Glen, **G.A. Bengert,** et **R.J. Tkacz.** 1984. Occurrence of methyltin and butyltin species in environmental samples in Ontario. Rapport nº 84-01 de l'INRE.

Chau, Y.K., P.T.S. Wong, **G.A. Bengert,** J.L. Dunn, et B. Glen. 1985. Occurrence of alkyllead compounds in the Detroit and St. Clair rivers. J. Great Lakes Res. Sous presse.

Comba, M.E., et **K.L.E. Kaiser.** 1985. Volatile halocarbons in the Detroit River and their relationship with contaminant sources. J. Great Lakes Res., 11: 404–418.

Cullen, J.M., et **K.L.E. Kaiser.** 1984. An examination of the role of rotational barriers in the toxicology of PCB's. Dans *QSAR in Environmental Toxicology*, Préparé par K.L.E. Kaiser, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 39–66.

Dafoe, T., **J. Carey,** S.H. McCrindle, P.G. Wells, et R.C.H. Wilson. 1985. Relationships between the biological testing of industrial effluents and the quality of receiving waters — Canadian approaches and examples. Proc. of the OECD Workshop on Biological Testing of Effluents.

Dixon, D.G., P.V. Hodson, et **K.L.E. Kaiser.** 1984. The use of rapid biochemical indicators of toxicant stress to generate biological data bases for QSAR. Proc. Workshop QSAR in Environmental Toxicology, Préparé par K.L.E. Kaiser, pp. 67–73.

Dixon, D.G., C.B.A. Hill, P.V. Hodson, E.J. Kempe, et **K.L.E. Kaiser.** 1985. Plasma leucine aminoaphythylamidase as an indicator of acute sublethal toxicant impact in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Dans Proc. 10th Ann. Aquatic Toxicol. Workshop, Can. Tech. Rep. Fish. Aquatic Sci.

English, M.C., **D.S. Jeffries,** N. Foster, et **R.G. Semkin.** The chemical and hydrological interaction of acid snowmelt waters with the terrestrial portion of a Canadian Shield catchment. Présenté à Water Air Soil Pollut.

Fox, M.E. 1985. A practical sampling and extraction system for the quantitative analysis of organochlorine contaminants in filtered water and suspended solids. Rapport de l'INRE.

Fox, M.E., et **S.R. Joshi.** 1984. The fate of pentachlorophenol in the Bay of Quinte. J. Great Lakes Res., 10(2): 190–196.

Hashimoto, Y., K. Tokura, H. Kishi, et **W.M.J. Strachan.** 1984. Prediction of seawater solubility of aromatic compounds. Chemosphere, 13: 881–888.

Hodson, P.V., D.G. Dixon, et **K.L.E. Kaiser.** 1984. Measurement of median lethal dose as a rapid indication of contaminant toxicity to Fish. Environ. Toxicol. Chem., 3: 243–254.

Hodson, P.V., D.G. Dixon, et **K.L.E. Kaiser.** 1984. Median lethal dose (LD50) as a rapid indicator of contaminant toxicity in fish. Dans *QSAR in Environmental Toxicology*, Préparé par K.L.E. Kaiser, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 179–187.

Hushon, J.M., A.W. Klein, et **W.M.J. Strachan.** 1984. Use of OECD premarket data exposure analysis for new chemicals. Chemosphere, 12: 887–910.

Jackson, R.E., **S.R. Joshi**, et **R.F. Platford** (rédacteurs). 1984. Radioactivity in the Canadian aquatic environment. Special Issue, Water Pollut. Res. J. Can., 19(2): 148.

Jeffries, D.S., R.G. Semkin, et R. Neureuther. 1984. Data report: Lake outflow hydrology (1980–1983). Turkey Lakes Watershed unpub. rep. No. TLW-84-01, 30 pp.

Jeffries, D.S., R.G. Semkin, R. Neureuther, M. Seymour, et J.A. Nicholson. Assessment of the effect of acidic precipitation on the Turkey Lakes watershed using a mass balance approach. Présenté à Water Air Soil Pollut.

Joshi, S.R. 1984. ^{137}Cs, ^{226}Ra and total uranium in fish from Lakes Ontario, Erie, Huron and Superior during 1976–1982. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 110–119.

Joshi, S.R. 1985. Recent sedimentation rates and ^{210}Pb fluxes in Georgian Bay and Lake Huron. Sci. Total Environ., 41: 219–233.

Joshi, S.R. 1985. Lanthanum fluoride coprecipitation technique for the preparation of actinides for alpha-particle spectrometry. J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 90: 409–414.

Joshi, S.R. 1985. Determination of thorium-228, thorium-230 and thorium-232 in sediment by anion exchange and nuclear spectrometry. Anal. Chem., 57: 1023–1026.

Joshi, S.R., et **M.E. Fox.** 1985. The ^{210}Pb and ^{137}Cs profiles in sediment cores from Bay of Quinte, Lake Ontario. J. Radioanal. Nucl. Chem. Articles, 90(1): 207–215.

Kaiser, K.L.E. (ed.). 1984. *QSAR in Environmental Toxicology*. D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Hollande, 406 pp.

Kaiser, K.L.E. 1984. Organic contaminants in the environment. Research progress and needs. Environ. Int., 10: 241–250.

Kaiser, K.L.E. 1985. Report on the workshop on QSAR in environmental toxicology, 16 au 18 août 1983, McMaster University, Hamilton, Ontario. Dans Proc. 10th Ann. Aquat. Toxicol. Workshop, Can. Tech. Rep. Fish. Aquatic Sci.

Kaiser, K.L.E., et J.M. Ribo. 1985. QSAR of toxicity of chlorinated aromatic compounds. Dans *QSAR in Toxicology and Xenobiochemistry*, Préparé par M. Tichy, Elsevier, pp. 27–38.

Kaiser, K.L.E., P.V. Hodson, et D.G. Dixon. 1984. QSAR studies on chlorophenols, chloro-benzenes and para-substituted phenols. Dans *QSAR in Environmental Toxicology*, Préparé par K.L.E. Kaiser, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 189–206.

Kaiser, K.L.E., M.E. Comba, H. Hunter, **R.J. Maguire, R.J. Tkacz,** et **R.F. Platford.** 1985. Trace organic contaminants in the Detroit River. J. Great Lakes Res., 11: 386–399.

Kwasniewska, K. 1985. Biodegradation of crystal violet (hexamethyl-p-rosaniline chloride) by oxidative red yeasts. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 34: 323–330.

Kwasniewska, K., et **K.L.E. Kaiser.** 1984. Toxicities of selected chloro-anilines to four strains of yeast. Dans *QSAR in Environmental Toxicology*, Préparé par K.L.E. Kaiser, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 223–233.

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, **D.S. Jeffries,** et J.R.M. Kelson. Relationships of spatial gradients of primary production, buffering capacity and hydrology in the Turkey Lakes watershed. Proc. ASTM Symp. on Biol. Effects Acid Precip., Bar Harbour, Florida. Sous presse.

Lam, D.C.L., S. Boregowda, A.G. Bobba, et **D.S. Jeffries.** Interfacing hydrological and hydrochemical models for simulating acidification effects in Canadian watersheds. Présenté à Water Air Soil Pollut.

Liu, D. 1983. Fate of oil dispersants in aquatic environment. Sci. Total Environ., 32: 93–98.

Liu, D. 1985. Micro determination of carbonate alkalinity in water. Dans Proc. of the 18th Annual Conference on Trace Substances in Environmental Health, Préparé par D.D. Hemphill, Columbia, Missouri, pp. 427–434.

Liu, D. 1985. Effect of bacterial cultures on microbial toxicity assessment. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 34: 331–339.

Liu, D. 1985. Biodegradation of petroleum via fermentation. Dans *Biotechnology* Préparé par P.N. Cheremisinoff et R.P. Quellette, Technomic Publications Co., Lancaster, Pennsylvania, pp. 103–134.

Liu, D. Biodegradation tests. Dans *Toxicity Testing Using Microorganisms*, Préparé par B.J. Dutka et G. Bitton, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. Sous presse.

Liu, D. Resazurin reduction method for toxicity assessment of water-soluble and insoluble chemicals. Toxicity assessment. Sous presse.

Liu, D., et B.J. Dutka (rédacteurs). 1984. *Toxicity Screening Procedures Using Bacterial Systems*. Marcel Dekker Inc., New York, 476 pp.

Liu, D., et **K. Thomson.** 1984. Quantitative toxicity assessment of water insoluble chemicals. Dans *Toxicity Screening Procedures Using Bacterial Systems*, Préparé par D. Liu et B.J. Dutka., Marcel Dekker Inc., New York, pp. 139–145.

Liu, D., et **K. Thomson.** Biochemical responses of bacteria after short exposure to alkyltins. Bull. Environ. Contam. Toxicol. Sous presse.

Liu, D., K. Thompson, et A.C. Anderson. 1984. Identification of nitroso compounds from biotransformation of 2,4-dinitrotoluene. Appl. Environ. Microbiol., 47: 1295–1298.

Lum, K.R., et K.L. Gammon. 1985. Geochemical availability of some trace and major elements in surficial sediments of the Detroit River and western Lake Erie. J. Great Lakes Res., 11: 328–338.

Lum, K.R., M.E. Comba, P.R. Youakim, et **E.A. Kokotich.** 1985. A preliminary study of inorganic contaminants and water quality in the Welland River watershed. Rapport nº 85-63 de l'INRE.

Maguire, R.J. et **R.J. Tkacz.** 1985. Degradation of the tri-n-butyltin species in water and sediment from Toronto Harbour. J. Agric. Food Chem., 33: 947–953.

Maguire, R.J., R.J. Tkacz, et D.L. Sartor. 1985. Butyltin species and inorganic tin in water and sediment of the Detroit and St. Clair rivers. J. Great Lakes Res., 11: 320–327.

Manning, P.G., **K.R. Lum,** H.K.T. Wong, et T. Birchall. 1985. Origin and age of the ferrihydrite layer in Lake Ontario sediments. Can. Mineral., 23: 103–110.

Metcalfe, J.L., et **A. Mudroch.** 1985. Distribution of arsenic and mercury in zoobenthos from the Shubenacadie River headwater lakes in Nova Scotia. Collection nº 85-72 de l'INRE, 30 p.

Metcalfe, J.L., M.E. Fox, P.A. Coletta, et **J.H. Carey.** 1985. Chlorophenol levels in aquatic leeches from selected sites in southwestern New Brunswick. Collection nº 85-61 de l'INRE, 13 p.

Mudroch, A. 1984. Particle size effects on concentration of metals in Lake Erie bottom sediments. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 27–35.

Mudroch, A. 1984. Chemistry, mineralogy and morphology of Lake Erie suspended matter. J. Great Lakes Res., 10: 286–298.

Mudroch, A. 1985. Geochemistry of the Detroit River sediments. J. Great Lakes Res., 11: 193–200.

Mudroch, A., et S. Davies. 1985. Chemical speciation of metals in sediment elutriates. Environ. Intern., 11: 89-94.

Mudroch, A., N. Arafat, et S. Davies. 1984. Changes in chemical speciation of soluble metals in Quebec lakes. Environ. Technol. Lett., 5: 237–244.

Nagy, E., W.D. Taylor, et **J. Hart.** Degradation of 2,4-D in experimental systems containing bacteria and protozoa. Présenté à Sci. of the Total Environ.

Niimi, A.J., et **B.G. Oliver.** 1985. Biological half-lives of chlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Environ. Toxicol. Chem. Sous presse.

Oliver, B.G. 1984. The relationships between bioconcentration factors in rainbow trout and physical-chemical properties for some halogenated compounds. Dans *QSAR in Environmental Toxicology*, Préparé par **K.L.E. Kaiser**, D. Reidel Pub. Co., Hollande, pp. 301–317.

Oliver, B.G. 1984. Uptake of chlorinated organics from anthropogenically contaminated sediments by oligochaete worms. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 878–883.

Oliver, B.G. 1984. Distribution and pathways of some chlorinated benzenes in the Niagara River and Lake Ontario. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 47–58.

Oliver, B.G. 1985. Desorption of chlorinated hydrocarbons from spiked and anthropogenically contaminated sediments. Chemosphere, 14: 1087–1106.

Oliver, B.G. 1985. Final report on the use of East Ghor Canal waters as a raw water source for treatment plant to supply domestic water to Amman, Jordan. Rapport nº 85-77 de l'INRE non publié.

Oliver, B.G., et R.A. Bourbonniere. 1985. Chlorinated contaminants in surficial sediments of Lakes Huron, St. Clair and Erie: Implications regarding sources along the St. Clair and Detroit rivers. J. Great Lakes Res., 11(3): 366–372.

Oliver, B.G., et M.N. Charlton. 1984. Chlorinated organic contaminants on settling particulates in the Niagara River vicinity of Lake Ontario. Environ. Sci. Technol., 18: 903–908.

Oliver, B.G., et **K.D. Nicol**. 1984. Chlorinated contaminants in the Niagara River, 1981 to 1983. Sci. Total Environ., 39: 57–70.

Oliver, B.G., et A.J. Niimi. 1983. Rainbow trout bioconcentration of some halogenated aromatics from water at environmental concentrations. Environ. Toxicol. Chem., 3: 271–277.

Oliver, B.G., et A.J. Niimi. 1985. Bioconcentration factors of some halogenated organics in rainbow trout: Limitations in their use for prediction of environmental residues. Environ. Sci. Technol., 19: 842–849.

Peterson, R.H., **J.L. Metcalfe**, et S. Ray. 1985. Uptake of cadmium by eggs and alevins of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as influenced by acidic conditions. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 34: 359–368.

Platford, R.F., A.G. Bobba, et **S.R. Joshi.** 1984. The Port Granby radioactive waste management site. Water Pollut. Res. J. Can., 19: 90–96.

Platford, R.F., J.A. FitzGerald, A.G. Bobba, et **S.R. Joshi.** 1984. Report on the groundwater at the Port Granby radioactive waste management site. Rapport nº 84-9 de l'INRE non publié.

Platford, R.J., R.J. Maguire, R.J. Tkacz, et N. Madsen. 1984. A note on the NWRI microlayer sample. Rapport nº 84-10 de l'INRE.

Platford, R.F., R.J. Maguire, R.J. Tkacz, M.E. Comba, et **K.L.E. Kaiser.** 1985. The distribution of hydrocarbons and chlorinated hydrocarbons in various phases of the Detroit River. J. Great Lakes Res., 11: 379–385.

Ribo, J.M., et **K.L.E. Kaiser.** 1984. Toxicities of aniline derivatives to *Photobacterium phosphoreum* and their correlations with effects on other organisms and structural parameters. Dans *QSAR in Environmental Toxicology*, Préparé par K.L.E. Kaiser, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, pp. 319–336.

Ribo, J.M., B.M. Zaruk, H. Hunter, et **K.L.E. Kaiser.** 1985. Microtox toxicity test results for water samples from the Detroit River. J. Great Lakes Res., 11: 297–304.

Scott, B.F., **J.H. Carey, E. Nagy**, et R. Dermott. 1984. The fate of 3-trifluoromethyl-4-nitrophenol (TFM) in quiescent waters and its impact on benthos. Water Pollut. Res. J. Can., 19(1): 59–65.

Scott, B.F., **E. Nagy,** D.S. Painter, et W.D. Taylor. 1985. The fate and impact of 2,4-D on an aquatic ecosystem. Collection nº 85-34 de l'INRE.

Semkin, R., et **D.S. Jeffries.** Storage and release of contaminants from the snowpack in the Turkey Lakes watershed. Présenté à Water Air Soil Pollut.

Semkin, R.G., D.S. Jeffries, et R. Neureuther. Relationships between hydrological conditions and the ionic composition of stream waters in the Turkey Lakes watershed. Compte rendu du symposium canadien d'hydrologie, Québec (Québec).

Strachan, W.M.J. 1983. Workshop on data bases for aquatic toxicology. Dans Proc. 8th Annual Aquatic Toxicol. Workshop, pp. 225–229.

Strachan, W.M.J. et C.J. Edwards. 1984. Organic pollutants in Lake Ontario. Dans *Toxic Contaminants in the Great Lakes*, Préparé par J.O. Nriagu et M.S. Simmons, John Wiley, pp. 239–264.

Thompson, J.A.J., M.G. Sheffer, R.C. Pierce, **Y.K. Chau,** J.J. Cooney, W.R. Cullen, et **R.J. Maguire.** 1985. Organotin compounds in the aquatic environment: Scientific criteria for assessing their effects on environmental quality. NRCC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, Publication nº 22494 du CNRC, 284 pp.

Wong, P.T.S., et **Y.K. Chau.** 1984. Structure – activity of triaryl phosphate in freshwater algae. Sci. Total Environ., 32: 157–165.

Wong, P.T.S., **Y.K. Chau,** J.S. Rhamey, et M. Docker. 1984. Relationship between water solubility of chlorobenzenes and their effects on a freshwater alga. Chemosphere, 13: 991–996.

Wong, P.T.S., **R.J. Maguire, Y.K. Chau**, et O. Kramar. 1984. Uptake and accumulation of tin by a freshwater alga, *Ankistrodesmus falcatus*. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 41: 1570–1574.

Wood, R.B., **R.M. Baxter**, et M.V. Prosser. 1984. Seasonal and comparative aspects of chemical stratification in some tropical crater lakes, Ethiopia. Freshwater Biol., 14: 551–573.

La Division des méthodes analytiques est chargée de faire des recherches en vue de mettre au point et d'évaluer de nouvelles techniques manuelles et automatiques plus efficaces et plus économiques (notamment les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de dépistage) pour la mesure de paramètres chimiques, biochimiques et microbiologiques dans l'eau, les sédiments, les matières en suspension, les tissus et les effluents. La Division fournit un soutien à la Direction de la qualité des eaux (laboratoires national et régionaux), l'Institut national de recherche sur les eaux, le Programme de qualité de l'eau des Grands lacs, le programme de gestion des produits chimiques toxiques, le programme de transport à distance des polluants atmosphériques et d'autres clients du fédéral et des provinces. La Division fait aussi des études interlaboratoires d'assurance de la qualité pour tous les grands programmes de qualité de l'eau du Ministère; elle a aussi son service informatique centralisé qui est exploité par toutes les unités du Centre canadien des eaux intérieures.

Le personnel de la Division est en étroite collaboration avec des chercheurs d'autres ministères du gouvernement canadien, des gouvernements provinciaux, du gouvernement des États-Unis et des gouvernements d'États américains, ainsi qu'avec les chercheurs des universités. Dans certains cas, il y a des études conjointes. La Division contribue fortement aux travaux de la Commission mixte internationale, de l'Organisation internationale de normalisation, de l'*American Society for Testing and Materials* (ASTM), du comité fédéral interministériel sur les pesticides et de l'*Association of Official Analytical Chemists*, par sa participation aux comités et dans les groupes de travail.

La Division comprend quatre sections : Recherche en chimie analytique; Assurance de la qualité et adaptation des méthodes; Laboratoires de microbiologie, Services informatiques.

SECTION DE LA RECHERCHE EN CHIMIE ANALYTIQUE

La Section de la recherche en chimie analytique fait de la recherche poussée sur des méthodes et des appareils d'analyse. L'objectif principal est d'améliorer ou de développer des méthodes d'identification et de mesure des contaminants chimiques prioritaires dans l'eau, les sédiments et les tissus. L'objectif principal de la Section est la mise au point de méthodes éprouvées et économiques qui sont mises à la disposition d'autres organismes d'Environnement Canada. Depuis deux ans, l'accent a été mis sur l'utilisation de méthodes analytiques telles la chromatographie en phase liquide sous haute pression, la chromatographie en phase gazeuse, la spectrométrie de masse, la spectroscopie atomique et moléculaire, le dosage radio-immunologique, l'électrochimie, les analyses par injection en continu et par injection en flot continu. La Section s'occupe aussi du Laboratoire à propreté absolue et pour produits chimiques dangereux.

Le nouvel intérêt pour la chromatographie en fluide supercritique (CFS) dans notre laboratoire tient aux avantages potentiels de cette méthode sur la chromatographie en phase liquide à haute performance (CPLHP) et sur la chromatographie en phase gazeuse (CPG). Cette méthode est d'autant plus intéressante depuis la mise au point d'un système à colonne capillaire de section étroite. Les colonnes de section étroite ont l'avantage de réduire considérablement les chutes de pression. Le recours à des programmes de densité ou de pression pour obtenir la sélectivité, par opposition à l'élution sous gradient dans le cas de la CPLHP ou aux programmes de température pour la CPG assouplit les possibilités de détection et permet l'utilisation de certains détecteurs, par exemple, de flamme par ionisation. Nous comptons utiliser d'ici peu le spectromètre de masse et, éventuellement, le système de détection azote/phosphore. La CFS peut servir à la séparation d'un bon nombre de mélanges oligomériques complexes de tensio-actifs, de polyglycérides fluorés du type du tensio-actif FC-171 non ioniques, dont le poids moléculaire est supérieur à 1000 unités atomiques, et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. La recherche sera concentrée sur l'application de la CFS à des analyses de caractère écologique. (*Onuska*)

La section travaille à la préparation d'une méthode de séparation pour l'identification de composés azotés organiques dans des échantillons de sédiments. Le préfractionnement en classes chimiques distinctes des composés hétéroaromatiques (CHA) contenus dans des sédiments, est obtenu par chromatographie sur colonne d'adsorption avec de petites quantités d'oxyde d'aluminium neutre et d'acide silicique. Dans l'étape suivante, la séparation à haute résolution de chacun des composés est obtenue par chromatographie en phase gazeuse à haute résolution sur colonne tubulaire ouverte (CPGHR). Les types précis de composés sont déterminés à partir des données sur la rétention CPG et par CPGHR/SM. Des hydrocarbures aliphatiques, des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des CHA azotés et des fractions d'HAP hydroxylées ont été les principales classes de produits identifiés dans un liquide extrait du charbon et raffiné par solvant et dans des extraits de pétrole.

Les composés neutres et basiques, les BPC, les benzènes chlorés et les pesticides organochlorés contenus dans des échantillons d'eau et des échantillons de sédiments repris en suspension, prélevés dans la rivière des Outaouais, ont été dosés. La présence de HAP et de phtalates en petites quantités a été confirmée par CPGHR/SM, et des traces de BPC et d'organo-chlorés ont été trouvées par CPGHR/DCE (détection à capture d'électrons). Des échantillons contenant du 2,3,7,8-TCDD ont été dosés par CPGHR/SHR; un seuil de détection a été établi à 2 ppt dans les échantillons de poissons et de sédiments. Un nombre important d'échantillons qu'on soupçonnait de contenir du 2,3,7,8-TCDD ont été dosés pour le compte de la Direction de la qualité des eaux. (*Onuska*)

Différentes méthodes de traitement des échantillons, d'extraction et de purification ont été évaluées afin de mettre au point un protocole d'analyse pour le dosage sélectif de dibenzo-p-dioxines (DDPC) polychlorées par CPGHR/DCE ou par CPGHR/SM dans différents échantillons prélevés dans le milieu. Des échantillons contenant des dibenzofurannes ont également été soumis aux procédures de purification et de séparation. L'extraction a atteint 85 à 98 %. Le transfert de cette technique au Laboratoire national de la qualité des eaux est maintenant terminé. Il a fallu beaucoup de temps et de ressources pour faire fonctionner le laboratoire à propreté absolue et pour produits chimiques dangereux, qui fait des analyses pour des clients de l'intérieur et de l'extérieur.

Des épreuves de radio-immunité (ERI) ont été proposées comme moyen rapide et peu coûteux de dépistage de dibenzo-p-dioxines polychlorées et d'autres contaminants organiques à l'état de traces dans un grand nombre d'échantillons prélevés dans le milieu. Une méthode a été adaptée au marquage du 2,3,7,8-TCDD avec de l'^{125}I et à la purification et la caractérisation répétitives des produits de réaction. Le caractère répétitif des ERI dans le cas des PCDD a été établi avec des étalons de 2,3,7,8-TCDD, à la suite de quoi le test a été normalisé et étalonné. Différents échantillons prélevés dans le milieu et des produits susceptibles de causer des interférences ont été dosés par ERI. Les travaux de mise au point d'une méthode d'extraction et de purification compatible avec les ERI appliqués aux PCDD vont bon train. Une nouvelle méthode pour solubiliser les PCDD avant le dosage par ERI a été mise au point et elle est en cours d'évaluation. (*Sherry, Wilkinson*)

Le pesticide toxaphène dans le milieu aquatique inquiète beaucoup les responsables de la gestion de l'eau. Une étude a été entreprise pour la mise au point d'une méthode de dosage du toxaphène; il faut qu'elle soit facilement transférée au Laboratoire national de la qualité des eaux. À cette fin, la méthode utilisée pour les produits organochlorés a été modifiée et les extraits dosés grâce à un détecteur à capillaire. Le succès de la méthode tient au choix des bons pics pour calculer la concentration. Il a été trouvé que dans des conditions précises de fonctionnement, il y avait 48 pics qui comptaient chacun pour au moins 0.7 % de la formulation du toxaphène. De nombre, 11 pics ont été retenus, ceux qui étaient à l'abri d'une interférence par d'autres produits organochlorés communs et qui étaient récupérés en bonne partie lors de la purification. Dans des conditions normales et grâce à des techniques d'injection CPG avec ou sans diviseur de sortie, un minimum de 10^{-10} g pouvait être détecté. (*Scott*)

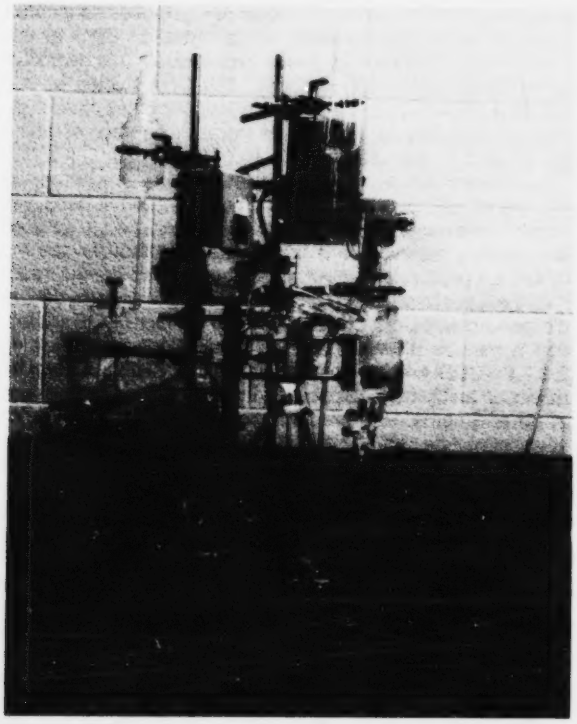


Figure 18. Extracteur pour gros échantillons destiné aux extractions successives acide-base/neutre.

Un extracteur liquide-liquide à fonctionnement continuel a été mis au point pour l'extraction de composés organiques dans de gros échantillons d'eau. Cette recherche a été commencée afin d'abaisser les seuils de détection lors des dosages de matières organiques tels les organochlorés, les pesticides et les BPC. L'extracteur (figure 18) réunit un mélangeur-décantateur et une colonne chargée à circulation à contre-courant. Des extracteurs de deux capacités ont été construits, l'un pour des débits d'échantillons de 500 mL·min^{-1} au maximum, l'autre pour des débits maximaux de 1 L·min^{-1}. Ces appareils ont servi à l'extraction dans des échantillons d'eau (50 L au total) avec environ 150 mL de solvant. Le côté pratique des appareils a été montré par leur utilisation en laboratoire, sur un bateau et dans un véhicule sur le terrain. Les résultats préliminaires montrent que ces appareils procurent une extraction virtuellement totale des matières organiques. (*Goulden*)

Paramètres inorganiques. L'analyse par injection en continu (AIC) a été adaptée à l'alimentation automatique d'échantillons en spectroscopie d'absorption atomique. De petits volumes de l'échantillon sont injectés automatiquement dans une solution de lanthane en circulation constante. Avec ce système, le Ca et Mg sont dosés avec une grande précision (écart type relatif inférieur à 2 %), le seuil de détection est abaissé (1 ppM) et 120 à 140 échantillons sont analysés par heure.

Une méthode AIC a été mise au point pour le dosage de l'oxygène dissous. Les échantillons conservés à l'étape acide de la méthode Winkler sont injectés dans un courant de réactif normal et dosés par spectrophotométrie. La précision ainsi atteinte est de 2 % d'écart type relatif, le seuil de détection est de 0.05 ppm O.D. et la vitesse d'échantillonnage est de 100 à l'heure.

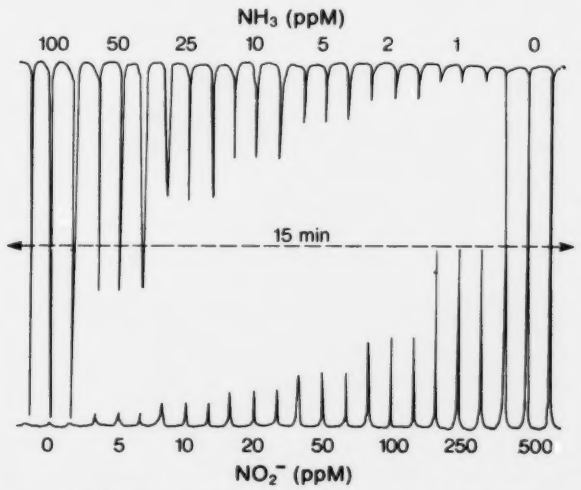
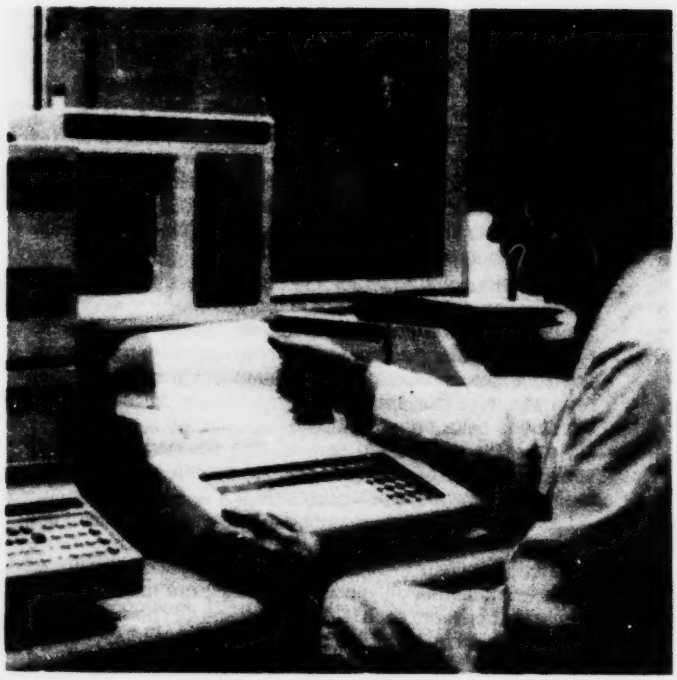
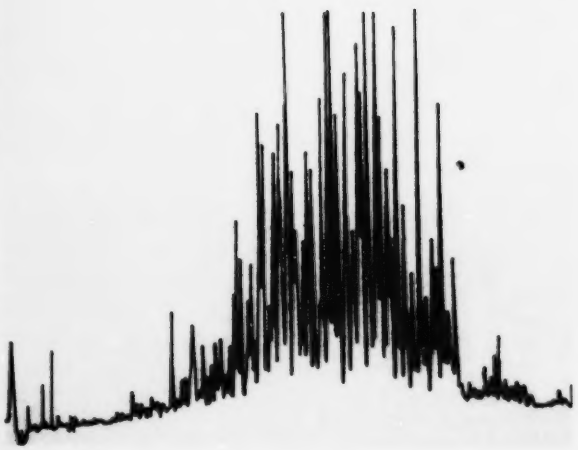


Figure 19. Étalonnage simultané des méthodes d'analyse par injection en continu pour NH_3 et NO_2^- par détection colorimétrique.

Des méthodes d'analyse par injection en continu, couplées à la détection colorimétrique ont été mises au point pour le dosage du NH_4^+, PO_4^{3-}, NO_3^- et NO_2^-. Le dosage simultané des quatre paramètres est possible à la cadence de 90 échantillons à l'heure. Les écarts types relatifs représentent moins de 2 % et les seuils de détection répondent aux exigences. La figure 19 donne une courbe d'étalonnage simultané du NH_3 et du NO_2^-.

"La recherche se poursuit"





Des méthodes de conservation des échantillons d'eau pour le dosage de l'oxygène dissous, du cyanure et de l'iodure ont été mises au point et évaluées. Avec l'oxygène dissous, la méthode retenue est la fixation à l'étape acide de la méthode Winkler. De la sorte, l'échantillon est stabilisé et peut être conservé pendant huit semaines. Avec le cyanure, l'échantillon est préservé avec du NaOH et reste stable pendant neuf semaines. Avec la méthode de fixation pour l'iodure, les échantillons restent stables pendant sept semaines.

Des méthodes électrochimiques de dosage, à un ordre de grandeur inférieur aux ppM, du Cu, Cd, Pb et Zn (coulométrie différentielle à impulsion en circulation avec redissolution ou flowthrough differential pulse stripping voltametry), ainsi que pour le dosage à faible concentration du CN^- (accumulation des gaz perméables et détection ampérométrique) sont en préparation. (*Sekerka*)

Une étude a été faite de l'efficacité comme sources d'un détecteur spécifique à des éléments chimiques, employé avec la chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire, d'un plasma d'argon à couplage inductif (PACI) et d'un plasma d'hélium à excitation par micro-ondes (PHEM). Les tests ont montré que le PHEM convient mieux au dosage du Br, Cl et F, que les deux sources sont équivalentes pour le dosage du C, P et S et que le PACI est la source préférable d'excitation pour le dosage de composés organométalliques tels ceux à base de Sn et Pb. (*Goulden*)

SECTION ASSURANCE DE LA QUALITÉ ET MÉTHODES

Le travail de la Section embrasse trois grands secteurs : assurance de la qualité (AQ), mise au point de matériaux de référence (MR), et de matériaux de référence homologués (MRH), et élaboration de méthodes. Les programmes d'assurance de la qualité comprennent la conception et la mise en oeuvre de plusieurs types d'études de contrôle de la qualité (CQ) ainsi que des recherches sur l'homogénéité et la stabilité des échantillons. Ces programmes permettent d'évaluer la performance analytique et de produire des données analytiques fiables, valides et comparables aux échelles régionale, nationale et internationale. C'est seulement en recueillant et en exploitant des données qui ont des limites de tolérance spécifiées que nous pouvons garantir que les tendances dans l'espace et dans le temps sont statistiquement significatives et que les données provenant de différents laboratoires sont comparables. Il est indispensable de mettre au point des MRH et des MR pour augmenter l'efficacité de ces études de contrôle de la qualité.

Assurance de la qualité (AQ). Deux nouvelles études ont été entreprises en 1985 :

1) Le programme AQ pour l'accord fédéral-provincial sur la surveillance de la qualité de l'eau. Suite à un accord conclu entre Environnement Canada et le gouvernement du Québec, un nouveau programme d'AQ a été entrepris en juillet 1985. Six études ont été adjugées jusqu'ici. (*Gorrie*)
2) Programme AQ des études sur les canaux reliant les Grands lacs d'amont. Ce programme international (USA et Canada) a été entrepris à la fin de 1984. Un programme global d'AQ a été constitué et les études afférentes commenceront en 1986. La Section agit comme chef de file pour la gestion de la qualité des données, pour le compte du Programme; elle est conseillère sur la qualité des données et fait des études de comparaison interlaboratoire. (*Chau*)

En outre, la Section a poursuivi activement ses études d'assurance nationales et internationales de la qualité.

L'étude AQ du transport à distance des polluants atmosphériques (TADPA) a été entreprise en 1982 pour calmer des inquiétudes au sujet de la comparabilité et de la qualité des données recueillies par les laboratoires participant au programme TADPA. Chaque année, la Section prépare trois études de contrôle inter-laboratoires de la qualité de divers échantillons, portant sur une quarantaine de paramètres inorganiques de l'eau. Les échantillons à analyser sont envoyés dans une soixantaine de laboratoires canadiens et plusieurs laboratoires des États-Unis. Des rapports intégrés montrant les écarts systématiques en pourcentage et les résultats introduits par un pourcentage sont remis à tous les participants. (*Dookhran*)

L'étude AQ du *Prairie Provinces Water Board* entreprise en 1982, vise à évaluer et à améliorer la comparabilité des données sur la qualité de l'eau qui sont fournies par les laboratoires fédéraux et les laboratoires provinciaux de l'Ouest (Alberta, Saskatchewan et Manitoba). Douze études, chacune portant sur 40 paramètres inorganiques, sont effectuées chaque année. Des programmes informatiques complexes et plusieurs fichiers informatiques sont établies en vue d'atteindre les objectifs du programme. (*Alkema*)

Sous l'égide de la Commission mixte internationale, une étude d'assurance de la qualité conçue spécifiquement pour les programmes de dragage dans le bassin des Grands lacs, a été mise sur pied en septembre 1983. Elle comporte quatre grands volets : conception et conduite d'études comparatives; préparation d'échantillons de référence homologués spécifiques; conception de programmes informatiques pour juger de la comparabilité et établir la performance des laboratoires à court et à long terme; établissement de critères d'assurance de la qualité pour l'adjudication de contrats d'analyse dans le cadre des programmes de dragage. Trois études interlaboratoires ont été complétées au cours de la période visée par le rapport. (*Lee*)

Plus de 100 laboratoires fédéraux, provinciaux, universitaires et privés participent à l'étude nationale de contrôle de la qualité. Cette étude porte sur des paramètres tant organiques qu'inorganiques de l'eau et des sédiments. Elle sert 1) à évaluer les méthodes et les données des laboratoires de la Direction de la qualité des eaux par rapport à ce qui se fait dans des laboratoires comparables, 2) à évaluer la performance des laboratoires de la Direction de la qualité des eaux et des laboratoires privés, 3) à choisir les laboratoires sous-traitants privés pour des contrats d'analyse 4) à fournir des données supplémentaires pour l'homologation des matériaux de référence. Cette année, l'étude interlaboratoire sur les HAP dans les sédiments et une autre sur le $SO_4^=$ dans les eaux colorées ont été conduites à terme. (*Lee, Cheam*)

La Section joue aussi un rôle de premier plan en matière d'assurance de la qualité dans le programme international de surveillance des Grands lacs de la Commission mixte internationale. Les études comparatives internationales sur le phosphore dans les effluents, sur les métaux à l'état de traces dans l'eau et sur les matières organiques dans le poisson ont été effectuées cette année. (*Aspila*)

Une étude de contrôle de la qualité des herbicides a été conçue et effectuée sous l'égide du comité interministériel fédéral sur les pesticides. (*Lee*)

La recherche sur les matériaux de référence homologués s'est poursuivie dans le cadre des programmes d'assurance de la qualité. Deux sédiments MRH contenant des hydrocarbures aromatiques polynucléaires (HAP) ont aussi été préparés. Un troisième est à la dernière étape de l'homologation. Ces MRH de HAP sont les premiers du genre. (*Lee*)

Stabilité et conservation des échantillons. En raison de la centralisation des laboratoires de la Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, il y a plus de temps écoulé entre les prélèvements et les analyses d'échantillons. Comme l'intégrité des échantillons est essentielle à la fiabilité des mesures en laboratoire, les aspects techniques du traitement et de la manutention des échantillons avant analyse doivent être repensés. La première partie de cette étude, qui porte sur les ions et les principaux éléments nutritifs, a été menée à terme en 1984, la deuxième (métaux à l'état de traces) a été terminée en 1985. (*Arafat*)

Mise au point et transfert de méthodes. Les méthodes de dosage des paramètres suivants dans l'eau ont été mises au point : chlorophénols (par acétylation *in situ*, chloracétylation et formation d'éther de pentafluorobenzyle); dix herbicides acides par chromatographie en phase gazeuse; 11 triazines par chromatographie en phase gazeuse; méthode multiclasse multirésidu de dosage de 45 paramètres organiques dans l'eau et les sédiments. La méthodologie ayant trait aux herbicides a été transférée au Laboratoire de la qualité des eaux qui s'en sert comme tests de routine. (*Stokker, Lee*)

SECTION DES LABORATOIRES DE MICROBIOLOGIE

La section des laboratoires de microbiologie a deux grandes fonctions. La première, c'est de développer, d'évaluer et de modifier des méthodes microbiologiques et des critères pour évaluer et contrôler la qualité de l'eau. Ces méthodes, réunies dans un manuel intitulé «Méthodes d'analyses microbiologiques des eaux, des eaux usées et des sédiments», ont une diffusion nationale et internationale. Pour leur donner de la validité, les méthodes sont appliquées de façon courante dans des études en laboratoire et sur le terrain afin de constituer une base de données. Les études récentes ont été principalement des tests de dépistage de la toxicité; il y a eu aussi des travaux sur les techniques de numération et d'isolement de populations bactériennes dans les sédiments, l'eau, les eaux usées et les effluents industriels.

La deuxième grande fonction de la section, c'est l'application des techniques précitées à la recherche en écologie. Le gros des efforts porte sur les effets des précipitations acides et des eaux ménagères et industrielles sur les microorganismes des écosystèmes aquatiques, ainsi que sur le comportement des eaux et des sédiments contaminés face aux différents tests de dépistage microbiologique de la toxicité.

Pour la période visée par ce rapport, la section des laboratoires de microbiologie a concentré sa recherche dans quatre domaines :

1) Fin de l'étude sur la distribution pan-canadienne du Bacille de la maladie du Légionnaire (*Legionella*).
2) Commencement d'une étude dans quatre continents sur l'utilisation de coliphages comme indicateurs de la qualité de l'eau.
3) Évaluation des effets des précipitations acides sur les interactions de métaux toxiques et de bactéries dans les systèmes aquatiques.
4) Fin d'une étude microbiologique des sédiments dans le lac St. Louis, avec insistance sur la réaction microbienne aux charges et à la distribution des produits toxiques, à partir de tests de dépistage microbiens.

Le personnel des Laboratoires de microbiologie a collaboré en outre à la tenue de deux symposiums internationaux. Le premier symposium international sur l'écologie microbienne aquatique a été tenu au CCEI du 13 au 15 mai 1985; S.S. Rao en était co-président. Au total, 37 communications ont été présentées par des délégués venant de dix pays. Le deuxième symposium international sur les tests de toxicité par des bactéries a été tenu du 7 au 10 mai 1985 au Banff Centre en Alberta. Soixante communications y ont été présentées par des représentants de 21 pays. D. Liu et B.J. Dutka, co-présidents du comité d'organisation, ont coordonné le symposium et veillé à son bon déroulement; le ministère de l'Environnement de l'Alberta a co-parrainé l'événement.

Le personnel a collaboré en outre avec plusieurs organismes internationaux de mise au point de méthodes ayant trait à la qualité microbiologique de l'eau, notamment ASTM, APHA, ISO ainsi que le groupe de travail de l'AWWA sur les problèmes microbiologiques. Le personnel du laboratoire a également participé à la réalisation de plusieurs autres programmes, notamment les études du lac Érié pour l'évaluation des effets de charges réduites de matières solides sur les populations et l'activité bactériennes. Il a aussi participé à une étude des sédiments littoraux dans le lac Ontario (de Kingston à la rivière Niagara) pour évaluer toute une série de méthodes microbiologiques, p. ex., la détection des stérols d'origine fécale, les coliformes fécaux MF et MPN, les tests de dépistage toxiques, à fin de développer une carte composite à l'ordre du jour qui soit consacrée à une nouvelle série de tests de dépistage biochimiques, microbiologiques et toxiques. Il a également participé à une étude de la rivière des Outaouais, à l'île Lemieux, pour évaluer l'effet de l'amélioration des procédés d'épuration des eaux usées, sur la qualité de l'eau de la rivière, en utilisant l'énumération bactérienne et les tests de dépistage toxiques.

Études sur *Legionella*. En 1982-1983, avec la collaboration du ministère de la Santé et du Bien-être social, la section a entrepris un relevé pan-canadien des voies de propagation des organismes *Legionella* dans les eaux naturelles, l'eau potable et l'eau des tours de refroidissement; une étude particulière portait sur le sud de l'Ontario. En 1983-1984, le relevé a été élargi pour couvrir le lac Supérieur, les rivières et lacs du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse, de l'Île-du-Prince-Édouard et de la partie est du Québec, ainsi que les conduites d'eau potable et les tours de refroidissement d'immeubles situés dans les villes suivantes : Vancouver, Edmonton, Calgary, Poplar River, Regina, Winnipeg, St. Catharines, Mississauga, Ottawa, Montréal, Québec, Fredericton et Halifax. Au cours de l'année financière 1984-1985, l'étude s'est terminée par le prélèvement d'échantillons d'eau dans des rivières, des lacs et des sources chaudes de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, du Manitoba et des parties ouest et nord de l'Ontario. Ces travaux ont montré que le bacille de la maladie du légionnaire pouvait être trouvé dans les eaux partout à travers le pays et que cet organisme est une bactérie habituelle des eaux. (*Dutka*)

Évaluation des coliphages. En 1983, le Centre de recherche pour le développement international (CRDI), à Ottawa, a lancé avec l'appui et les conseils du personnel de la Section des laboratoires de microbiologie un projet d'évaluation des coliphages comme indicateurs de la qualité de l'eau et des risques pour la santé dans le sud-est de l'Asie (Singapour, Malaisie et Thaïlande). Pour collaborer à cet effort et constituer une base canadienne de données, la recherche a été faite pour l'évaluation des méthodes de dosage des coliphages dans les eaux canadiennes. À cette fin, les échantillons d'eau ont été prélevés dans le fleuve Fraser (C.-B.), dans la rivière des Outaouais, dans le fleuve Saint-Laurent et dans le lac Ontario. Au début de 1985, le projet a poussé des ramifications dans trois pays sud-américains (Brésil, Chili, Pérou) et trois pays d'Afrique du Nord (Égypte, Tunisie, Maroc). (*Dutka*)

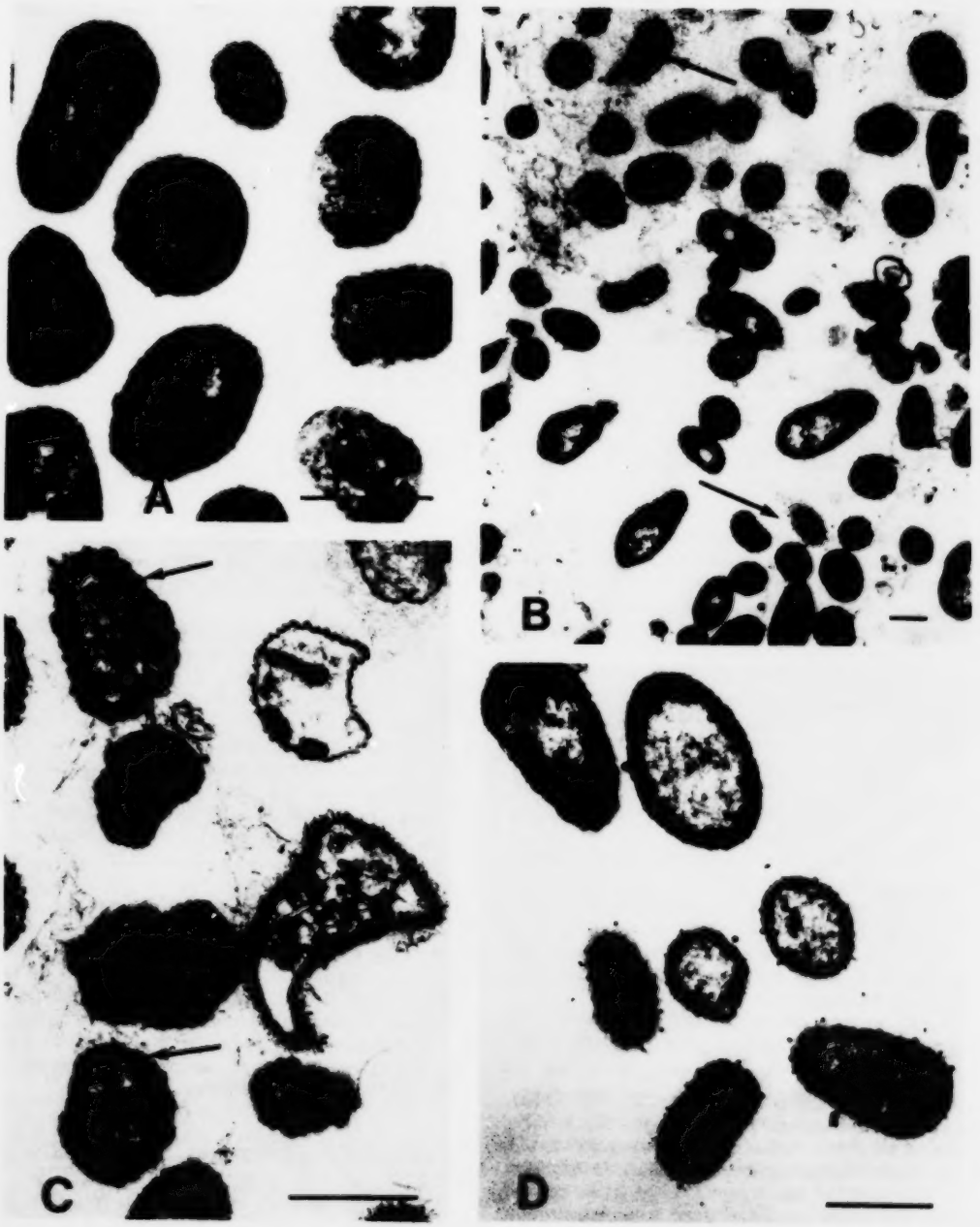


Figure 20. Changements de la paroi cellulaire comme fonction du pH dans un mélange de populations bactériennes dans le lac McFarlane (Ontario). Le segment horizontal indique 0.5 μm; A—cellules à pH 7; B — cellules à pH 6; C — cellules à pH 5; D — cellules à pH 4.

Microbiologie des précipitations acides. Les effets du stress acide sur l'activité bactérienne et les interactions avec des métaux toxiques en milieu aquatique, sont de prime importance dans l'étude des effets des précipitations sur les écosystèmes aquatiques. Plusieurs carottes sédimentaires de lacs de l'Ontario soumis à des précipitations acides ont fait l'objet d'examens : on y a cherché 1) l'activité bactérienne, 2) la concentration des métaux toxiques, 3) la fonction de certaines espèces bactériennes des sédiments dans la réduction des sulfates.

Il a été établi qu'à faible pH, les parois cellulaires sont modifiées (figure 20). Ainsi que la dégradation bactérienne de la matière organique, la respiration bactérienne altérée, conduit au ralentissement des processus normaux de recyclage des éléments nutritifs. Il a été montré en laboratoire que des populations bactériennes soumises à un stress acide ou bas pH manifestaient différents niveaux de réaction aux métaux toxiques, notamment le cuivre et l'aluminium. À pH 5, les bactéries réagissaient au cuivre en formant des particules denses en électrons logées dans la membrane cellulaire, tandis que des bactéries exposées à l'aluminium manifestaient le pléomorphisme. Cette association «bactérie-métal toxique» à bas pH risque d'avoir d'importantes répercussions dans les lacs soumis à un stress acide si une relation est établie entre ce phénomène et le transport en partie bactérien des substances toxiques dans la chaîne alimentaire. Il est un autre élément important de l'acidification des lacs, c'est l'accumulation de soufre dans les sédiments de superface. Une étude effectuée conjointement avec les Laboratoires de microbiologie, l'université McMaster et l'université Brock a montré que les bactéries réductrices du sulfate des couches sémentaires profondes contribuaient à la production en excès de soufre par réduction bactérienne des sulfates. (*Rao*)

Figure 21. Analyse d'un échantillon pour le dépistage de la toxicité par le procédé Microtox.

Sédiments du lac St. Louis. Le rejet de polluants et de substances toxiques dans le réseau des Grands lacs par les égouts municipaux et industriels est une source de problèmes graves. Les effets différés des substances toxiques sur les formes de vie aquatique et leur distribution ainsi que sur les vitesses de transport et de biodégradation sont étudiés dans le bassin versant canadien des Grands lacs. La Section des laboratoires de microbiologie s'est associée à des chercheurs pour trouver l'information sur la distribution des substances toxiques dans les sédiments et établir des valeurs de référence nécessaires à la surveillance à long terme. À cette fin, plus de 100 échantillons d'eau et de sédiments ont été prélevés dans 50 stations et ont été analysés afin de connaître la population bactérienne totale, la population des bactéries vivantes, celle des bactéries hétérotrophes aérobies ainsi que de certains types physiologiques de bactéries tels ceux liés au cycle de l'azote et au cycle du soufre. Le test Microtox pour le dépistage de la toxicité (figure 21) et l'estimation de l'ATP pour une idée de l'effet toxique sur la biomasse microbienne *in situ* sont d'autres tests utilisés. Les analyses préliminaires indiquent qu'il y a des régions de faible et de forte densité bactérienne dans les sédiments. Les régions de faible densité sont généralement associées à des secteurs où des produits toxiques sont trouvés en concentration élevée. Quatre-vingt-six pour cent des sédiments du superface (3 cm) et 100 % des sédiments profonds (10 cm) contiennent des produits toxiques; les sédiments de superface montrent l'effet des mesures correctrices. (*Rao, Kwan, Dutka*)

SECTION DE L'INFORMATIQUE

Cette Section s'occupe du logiciel opérationnel et de base pour les installations de calcul scientifique à grande échelle du Centre canadien des eaux intérieures. Les services sont offerts à tous les éléments du Centre puisqu'une bonne partie de la recherche courante en écologie dépend de la disponibilité des ressources informatiques appropriées. Le travail de la Section touche de nombreux programmes de recherche de l'INRE.

Les installations de la Section comprennent un ordinateur CYBER 171 de Control Data, un mini-ordinateur PDP-11/60 de Digital Equipment, un système de traçage rapide CALCOMP 925/1036 et un service de saisie des données.

La Section fournit aussi un support technique pour les ordinateurs d'affaires Wang qui assurent le traitement des documents administratifs de l'INRE et de la Direction générale des eaux intérieures, région de l'Ontario.

Planification des besoins. Le contrat de location du CYBER 171 de CDC a été prolongé jusqu'en juillet 1986 pour que la Section ait le temps d'acquérir un nouveau système.

Au troisième trimestre de 1984, un sondage fut effectué auprès des fournisseurs pour voir s'il fallait un appel d'offres pour un nouveau système. Une lettre circulaire fut envoyée à 47 fournisseurs dont les noms ont été pris dans la liste principale des fournisseurs de gros ordinateurs du MAS. Au total, 16 fournisseurs ont répondu, deux par l'affirmative. C'étaient Control Data Canada, le fournisseur actuel, et IBM Canada. Il semble qu'un appel d'offres sera nécessaire.

La demande d'approbation de l'acquisition projetée d'un nouvel ordinateur et l'analyse d'accompagnement ont été terminées en avril 1985. La demande a été approuvée par le Conseil du Trésor en décembre 1985.

Perfectionnement et mise au point de logiciels. Aucune modification n'a été apportée aux logiciels durant le période visée par ce rapport. Puisque le CYBER 171 n'a pas assez de mémoire pour le système d'opération NOS, tous les perfec-

tionnements de logiciels devront être reportés jusqu'à l'installation d'un nouvel ordinateur. Le CYBER fonctionne actuellement avec du logiciel d'exploitation qui est dépassé depuis au moins trois ans.

Un système de diffusion électronique a été écrit pour le CYBER 171. Il s'est montré particulièrement utile pour les communications entre l'INRE et des équipes sur le terrain dans la région de Montréal. (*Pulley*)

La Section de la gestion des données a continué de mettre au point des applications pour le PDP-11. La numéralisation et la révision des données sont maintenant opérationnelles et une application d'imagerie satellitaire est en préparation. Les problèmes de matériel éprouvé avec la table de numéralisation semblent être résolus et la Division de l'hydraulique fait un ample usage de cet appareil.

Exploitation informatique. Au cours de l'année financière 1984-1985, le temps d'utilisation de l'unité centrale de CYBER a été de 2763 heures. C'est à peine inférieur aux résultats de l'année précédente, 2777 heures. Il n'y a pas eu d'augmentation de La charge de travail, à cause de la mutation du groupe d'océanographie de Pêches et Océans, qui a été détaché du CCEI. Cela est dû ainsi à la saturation du système entre 8h et 17h durant le plus clair de l'année.

La valeur commerciale équivalente des services fournis au CCEI atteint 1 million $. L'utilisation à l'extérieur de l'INRE équivaut à 19.9 % du total.

Il n'y a pas eu de temps de panne du CYBER 171 en 1984-1985. Durant le premier semestre de 1985-1986, il y eu une panne de trois heures à la suite de complications avec l'eau de refroidissement de l'unité centrale. Pour la période visée par ce rapport, l'ordinateur était disponible pendant plus de 99 % du temps.

Transmission de données. La Section a participé à la conception des dispositifs de transmission des données du nouveau réseau téléphonique. Ainsi, elle a collaboré avec l'équipe du CCEI qui a préparé le cahier de charge en fonction des besoins en données et de la compatibilité avec le CYBER 171. Le nouveau réseau téléphonique fournira plus de terminaux partagés et un service plus rapide aux utilisateurs du CCEI.

LISTE DU PERSONNEL

Chef — J. Lawrence, B.Sc., Ph.D.
Secrétaire — J. Burford
Agent d'administration intérimaire — J. Major

Section de la recherche en chimie analytique

Chef	
I. Sekerka, B.Sc., C.Sc., RNDr	chimie électroanalytique et analyse par injection
Chercheurs	
P.D. Goulden, B.Sc., Ph.D., P. Eng.	automatisation et spectroscopie atomique
F.I. Onuska, M.Sc., Ph.D., P.Ing.Chim.	chromatographie en phase gazeuse et CPG/SM
B.F. Scott, B.Sc., Ph.D., M.A.	chromatographie liquide à haute performance, polarographie, spectrométrie à fluorescence moléculaire
J.P. Sherry, B.Sc., Ph.D.	mycologie, radioimmunoessais
Techniciens	
J.F. Ryan	
R.J. Wilkinson	
J.R. Lechner	
D.H. Anthony, B.Sc.	
K.A. Terry	

Section des laboratoires de microbiologie

Chef	
B.J. Dutka, B.A., B.Sc., M.Sc.	méthodes microbiologiques, dépistage des matières toxiques
Chercheur	
S.S. Rao, B.Sc.,Ph.D.	bactéries subissant un stress acide, microbiologie lacustre
Techniciens	
A.A. Jurkovic	
K.K. Kwan, B.A.	
R. McInnis	
K. Jones, B.Sc.	

Section assurance de la qualité et méthodes

Chef	
A.S.Y. Chau, B.Sc., M.Sc., FCIC, FIBA	matériaux de référence, assurance de qualité
Chercheur	
V. Cheam, B.Sc., Ph.D.	développement des méthodes (inorganiques), contrôle de la qualité
H. Alkema, B.T.	émission de spécifications, contrôle de la qualité interrégionale, conservation
K.I. Aspila, B.Sc., M.Sc.	assurance de la qualité
H.B. Lee, B.Sc., Ph.D.	assurance de la qualité, matériaux de référence normalisés, conditions d'entreposage des échantillons, évaluation des méthodes
Y. Stokker, B.Sc., M.Sc.	développement des méthodes d'analyse de substances organiques, assurance de la qualité
Techniciens	
N. Arafat, B.Sc.	
F. Gorrie	
P. Leishman, B.Sc.	
G. Dookhran	

Section de l'informatique

Chef	
H.C. Pulley, B.Sc.	exploitation informatique
M. Kinder	exploitation informatique
B. Malseed	pupitreur
U. Hamilton	pupitreur
J. Foley	perforeuse et mécanographe

Laboratoire à propreté absolue et pour produits chimiques dangereux

R.J. Wilkinson

COMITÉS DONT FAIT PARTIE LE PERSONNEL DE LA DIVISION

K.I. Aspila

Président, membre, groupe de travail de la surveillance, Comité des programmes de la qualité de l'eau, CMI

Groupe de travail sur la qualité des données du groupe de travail de la surveillance, CMI

TADPA, sous-groupe de l'assurance de la qualité, comité fédéral-provincial du TADPA

A.S.Y. Chau

Arbitre général, comité H. méthodologie de l'eau, AOAC

Comité d'assurance de la qualité, AOAC

Coordonnateur, eau et sédiments, programme d'échantillonnage de vérification, CFIP

Comité ad hoc de revue et d'évaluation du journal de l'AOAC

Président, Groupe de travail de la gestion de la qualité, étude du canal reliant les Grands lacs d'amont

Research Board of Advisors, National Division, American Biographical Institute

Comité de révision, *Journal of Agricultural Food and Chemistry*

V. Cheam

Membre, groupe de travail des méthodes analytiques — TADPA

B.J. Dutka

Sous-comité D19:24 de l'ASTM — a laissé le poste de président en 1985

Groupe de travail mixte, Section 907, numérations d'hétérotrophes, méthodes normalisées, APHA

Groupe de travail mixte, Section 919, méthodes de détection rapide, méthodes normalisées, APHA

Groupe de travail mixte, Section 914, eaux de plaisance, méthodes normalisées, APHA

Canada ISO/TC147/SC4, microbiologie — président

ISO/TC147/SC4/WG9, membranes — président et secrétaire international

Président du groupe de travail canadien — bactéries aérobies — ISO/TC147/SC4/WG1

Co-président, comité des symposiums internationaux sur les essais de dépistage de la toxicité à l'aide de bactéries

Co-rédacteur, *Journal of Great Lakes Research*

Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux* de l'OMS

Microbial Problems Committee of the American Water Works Association

P.D. Goulden

Comité de formation technique de la DGEI

Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux* de l'OMS

J. Lawrence

Comité sur les produits chimiques toxiques des Grands lacs

Co-président, CSCR, Sous-groupe du contrôle de la qualité

Groupe de travail, méthodes analytiques et gestion des données — comité consultatif (président, INRE/Direction de la qualité de l'eau)

International Organization of Legal Metrology (OIML) — Secrétariat de la pollution des eaux

Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux* de l'OMS

H.B. Lee

Arbitre associé pour les herbicides, comité H, méthodologie de l'eau, AOAC

Arbitre associé pour les organo-phosphates, comité E, AOAC

F.I. Onuska

Comité de révision, *Journal of Analytical Chemistry*

Comité de révision, *Canadian Chemical News*

Comité de rédaction et consultatif, *High Resolution Chromatography and Chromatography Communications Journal*

H.C. Pulley

VIM (Groupe des utilisateurs des ordinateurs du CDC) et Comité des applications et des produits graphiques

S.S. Rao

Président, groupes de travail D19:24:06:09 et D19:24:06:10

Comité consultatif, programme de maîtrise, département de biologie, université de Toronto (parrainé par le Dr A.P. Zimmerman)

Groupe de travail du lac Huron

Co-président du Symposium international sur l'écologie microbienne

PUBLICATIONS

Analytical Methodology Working Group Final Report. 1985. A Report of the Ad Hoc Work Group on Analytical Methodology to the LRTAP Quality Assurance and Methods Subgroup of the Federal-Provincial Research Monitoring and Co-ordinating Committee.

Aspila, K.I. 1984. Preparation of interlaboratory study No. 48, total phosphorus in unpreserved sewage plant effluents. NWRI MS 111-AMD-6-84-KA.

Aspila, K.I. Final report of the data quality work to participants of IJC inter-laboratory study No. 48, total phosphorus in sewage treatment plant effluents. NWRI MS. 119-AMD-6-84-KIA.

Aspila, K.I., et S. Todd. 1984. LRTAP intercomparison study L-5, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., et S. Todd. 1984. LRTAP intercomparison study L-6, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., et S. Todd. 1984. LRTAP intercomparison study L-7, trace metals in water.

Aspila, K.I., et S. Todd. 1985. LRTAP intercomparison study L-8, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., G. Dookhran et P. Leishman. 1985. LRTAP intercomparison study L-10, major ions, nutrients and physical properties in water.

Aspila, K.I., G. Dookhran, P. Leishman et S. Todd. 1985. LRTAP intercomparison study L-9, major ions, nutrients and physical properties in water.

Asplin, K.I., R.E. White, et J.L. Clark. 1985. Interlaboratory Quality Assurance Aspects of the International Joint Commission's Great Lakes Monitoring Programs. Quality Assurance for Environmental Measurements, ASTM STP 867. Préparé par J.K. Taylor et T.W. Stanley, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

Cheam, V., et **A.S.Y. Chau**. 1984. Research and development of certified reference materials for toxic metals and major ions. Présenté au 27th Conference on Great Lakes Research, St. Catharines, 30 avril au 3 mai, 1984.

Cheam, V., et **A.S.Y. Chau**. 1985. Étude nationale interlaboratoire nº 29 de contrôle de la qualité. Sodium, potassium, magnésium, calcium et dureté d'échantillons d'eau naturelle et dopée. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 74, Série des rapports généraux. Burlington.

Dickman, M.D., **S.S. Rao,** et H.G. Thode. Effect of lake acidification on sediment bacteria, sediment diatom and sulphur isotope downcore profile. Rapport nº 85-87 de l'INRE.

Cheam, V., et **A.S.Y. Chau**. Final summary report of the national study No. 33 — SO_4 in coloured waters. AMD Contribution No. 130, AMD-6-85-VC.

Cheam, V., A.S.Y. Chau, et **K.K. Kwan**. Preservation of physical parameters and major ions in waters. Collection nº 85-112 de l'INRE.

Cheam, V., A.S.Y. Chau, et **S. Todd**. Sulphate in coloured waters: Investigation on methodologies, data reliability and approaches for salvaging historical colorimetric data. Collection nº 85-95 de l'INRE.

Dutka, B.J. 1984. Biological toxicant screening activities within the Department of Environment's ECS and EPS. AMD Rep. No. 98-AMD-5-83-BJD.

Dutka, B.J. 1984. Sensitivity of *Legionella pneumophila* to sunlight in fresh and marine waters. Appl. Environ. Microbiol. 48: 970–974.

Dutka, B.J., et **K.K. Kwan**. 1984. Studies on a synthetic activated sludge toxicity screening procedure with comparison to three microbial toxicity tests. Dans *Toxicity Screening Procedures Using Bacterial Systems*, Préparé par D. Liu et B.J. Dutka, Marcel Dekker Inc., New York et Bâle, pp. 125–138.

Dutka, B.J., et **K.K. Kwan**. 1984. Study and long-term effects of oil and oil-dispersant mixtures on freshwater microbial populations in man-made ponds. Sci. Total Environ., 35: 135-148.

Dutka, B.J., et **K. Walsh**. 1984. Distribution patterns of *Legionella* bacteria within the Canadian Great Lakes. Abstract. XXVII Conference, IAGLR, Brock University, St. Catharines, Ontario, 1er au 3 mai.

Dutka, B.J., et **K. Walsh**. 1984. Studies on the longevity and growth patterns of *Legionella* under laboratory conditions. CCIW-IWD Report Series, MS 115-AMD-5-84-BJD.

Dutka, B.J., et **K. Walsh**. 1985. Preliminary evaluation of the coliphage technique in three Canadian rivers. Collection nº 85-95 de l'INRE.

Dutka, B.J., et **K. Walsh**. 1985. Preliminary evaluation of the coliphage technique in three Canadian rivers. Rapport nº 85-93 de l'INRE.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, et R.S. Tobin. 1984. Incidence of *Legionella* organisms in Canadian environmental waters and water distribution systems, 1983–84 studies. Environnement Canada. Contribution nº 84-13 de l'INRE.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, et R. Tobin. 1985. Summary report of 1982–1984 studies on the incidence of *Legionella* organisms in (A) Canadian environmental waters and (B) water distribution systems within public and private buildings. Rapport nº 85-89 de l'INRE.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, A. El-Shaarawi, et R.S. Tobin. 1983. Environmental distribution patterns of *Legionella* in central Canada and longevity studies. Environnement Canada, NWRI Rep. No. 69-AMD-5-83-BJD.

Dutka, B.J., K. Walsh, P. Ewan, A. El-Shaarawi, et R.S. Tobin. 1984. Incidence of *Legionella* organisms in selected Ontario (Canada) cities. Sci. Total Environ., 39: 237–249.

Goulden, P.D., et **D.H.J. Anthony**. A method for the simultaneous determination of lead and tin at trace levels in environmental samples by continuous flow — hydride generation — ICAP analysis. Tech. Rep. AMD 85-05.

Goulden, P.D., et **D.H.J. Anthony**. Elemental analysis of organics and organometallic capillary gas chromatographic eluates using the microwave induced plasma and the inductively coupled argon plasma as excitation sources for detection. AMD Tech. Rep. 128-AMD-3-85-PDG.

Goulden, P.D., et **D.H.J. Anthony**. Design of a large-sample extractor for the determination of organics in water. Collection nº 85-121 de l'INRE.

Goulden, P.D., D.H.J. Anthony, O. ElKei, et K.D. Austen. Design and evolution of a continuous flow system with increased sample throughout for arsenic and selenium analysis by ICAP spectrometry. Tech. Transfer Rep. 118-AMD-3-84-PDG.

Goulden, P.D., D.H.J. Anthony, O. ElKei, et K.D. Austen. Determination of Ca, Mg, Na, K in precipitation samples by inductively coupled argon plasma — emission spectrometry. Tech. Transfer Rep. 85-02.

King, E.F., et **B.J. Dutka.** 1984. Respirometric technique. CCIW-IWD-AMD Rep. Ser. MS No. 106-AMD-5-84-BJD.

Kwan, K.K. 1985. Microbiologial studies of the St. Lawrence River, 1984. NWRI, AMD Rep. Ser. No. 127-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K. 1985. Microbiological studies of the Ottawa River. NWRI, AMD Rep. Ser. No. 126-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K., et B.J. Dutka. 1985. Microbiological studies of Lake St. Louis sediments. AMD, NWRI Rep. No. 121-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K., **B.J. Dutka,** et K. Walsh. 1985. Microbiological studies of Lake St. Louis sediments. NWRI, AMD Report No. 129-AMD-5-85-KKK.

Kwan, K.K., B.J. Dutka, et **K. Walsh**. 1985. Microbiological studies of the Fraser River. AMD, NWRI Rep. No. 129-AMD-5-85-KKK.

Lawrence, J., F.I. Onuska, R. Wilkinson, et B.K. Afghan. 1985. Methods research: determination of dioxins in fish and sediment. Présenté au 5th Int. Symp. on Dioxins and Related Compounds, Bayreuth. Highlights.

Lawrence, J., F. Onuska, R. Wilkinson, et B.K. Afghan. Methods research: determination of dioxins in fish and sediment. Submitted to Ecol. Chem. Geochem.

Lee, H.B., et **A.S.Y. Chau.** 1984. Dredging quality control study No. 2 (DQC-2). Analysis of toxic trace metals in sediment. MS No. 105-AMD-6-84-HBL.

Lee, H.B., et **Y.D. Stokker**. 1985. Analysis of 11 triazines in natural waters. Collection nº 85-114 de l'INRE.

Lee, H.B., G. Dookhran, et **A.S.Y. Chau**. 1985. Dredging quality control study No. 3 (DQC-3). Analysis of PCBs in naturally contaminated dry sediments and standard solutions. MS No. 123-AMD-6-85-HBL.

Lee, H.B., R.L. Hong-You, et **A.S.Y. Chau**. 1985. Analysis of phenols by chemical derivatization. IV. Rapid and sensitive method for analysis of 21 chlorophenols by improved chloroacetylation procedure. JAOAC, 68: 422.

Lee, H.B., R.L. Hong-You, et **A.S.Y. Chau**. 1985. Analytical reference materials. Part V. Development of a sediment reference material for chlorobenzenes and hexachlorobutadiene. Collection nº 85-92 de l'INRE. The Analyst. Sous presse.

Lee, H.B., Y.D. Stokker, et **A.S.Y. Chau**. 1985. Chemical derivatization analysis of pesticide residues. X. Analysis of ten acid herbicides in natural waters. Collection nº 85-91 de l'INRE.

Lee, H.B., L.D. Weng, et **A.S.Y. Chau**. 1984. Confirmation of pesticide residue identity. XI. Organophosphorus pesticides. JAOAC, 67: 553.

Lee, H.B., L.D. Weng, et **A.S.Y. Chau**. 1984. Chemical derivatization analysis of pesticide residues. VIII. Analysis of 15 chlorophenols in natural water by in-situ acetylation. JAOAC, 67: 789.

Lee, H.B., L.D. Weng, et **A.S.Y. Chau** 1984. Chemical derivatization analysis of pesticide residues. IX. Analysis of phenol and 21 chlorinated phenols in natural waters by formation of pentafluorobenzyl ether derivatives. JAOAC, 67: 1086.

McQueen, D.J., **S.S. Rao,** et D.R.S. Lean. 1984. Hypolimnetic aeration: changes in bacterial populations and oxygen demand. Arch. Hydrobiol., 99: 498-514.

Nagy, E., D.S. Painter, et **B.F. Scott.** 1985. The fate and impact of 2,4-D on an aquatic ecosystem. Proc. 1st Int. Symp. on Water Milfoil, Vancouver, B.C., July 21, 1985, subventionné par the Aquatic Plant Management Society.

Onuska, F. 1985. Mass spectrometry of carbamates, thiocarbamates, dithiocarbamates, urea, thiourea and carboxanilide pesticides. Dans *Mass Spectrometry in Environmental Sciences*, Préparé par F.W. Karasek, O. Hutzinger et S. Safe, Chapter 17, pp. 367–404.

Onuska, F. 1985. Mass spectrometry of chlorinated polycyclic hydrocarbon pesticides. Dans *Mass Spectrometry in Environmental Sciences*, Préparé par F.W. Karasek, O. Hutzinger et S. Safe, Chapter 18, pp. 405–422.

Onuska, F. 1985. Determination of chlorinated benzenes in bottom sediments by WCOT column gas chromatography. Anal. Chem. 57: 801–805.

Onuska, F. 1985. Packed columns vs. WCOT columns in quantitative analyses of PCBs (avec R.J. Kominar & K.A. Terry). J. High Resolut. Chromatogr. Chromatogr. Commun., 8: 747–754.

Rao, S.S. 1985. D-4454 — Standard test method for simultaneous enumeration of total and respiring bacteria in aquatic systems by microscopy. Annual Book of ASTM Standards.

Rao, S.S. 1985. D-4455 — Standard test method for enumeration of aquatic bacteria by epifluorescence microscopy counting procedures. Annual Book of ASTM Standards.

Rao, S.S., A.A. Jurkovic, et **B.J. Dutka.** 1984. Some factors influencing the enumeration of metabolizing aquatic bacteria. J. Test. Eval., 12: 56–59.

Rao, S.S., A.A. Jurkovic, et J. Nriagu. 1984. Bacterial activity in sediments of lakes receiving acid precipitation. Environ. Pollut. (Ser. A), 36: 195–205.

Rao, S.S., D. Paulin, et G.G. Leppard. 1984. Effects of low-pH stress on the morphology and activity of bacteria from lakes receiving acid precipitation. Hydrobiologia, 114: 115–121.

Scott, B.F., et **J.F. Ryan**. 1985. Analysis of toxaphene in fish tissue. Manuscrit non publié du CCEI.

Scott, B.F., et J.F. Ryan. 1985. Validation of toxaphene methodology for fish tissue. Manuscrit non publié du CCEI.

Scott, B.F., E. Nagy, **B.J. Dutka, J.P. Sherry**, W.D. Taylor, U. Glooschenko, P.J. Wade, et J. Hart. 1984. The fate and impact of oil and oil-dispersant mixtures in freshwater pond ecosystems: Introduction. Sci. Total Environ. 35: 105–113.

Sekerka, I., J.F. Lechner, et G. Sardella. Determination of Ca and Mg by flow injection analysis and atomic absorption spectroscopy.

Sherry, J.P. 1985. Temporal distribution of indicators (faecal coliforms and faecal streptococci) and opportunistic pathogens (*Candida ablicans* and *Pseudomonas aeruginosa*) at a Lake Ontario bathing beach on high and low bather level days. Rapport nº 85-45 de l'INRE.

Sherry, J.P., et I. Sekerka. 1984. Stability and preservation of iodide in natural water samples. NWRI Rep. Ser. No. 109-AMD-3-84-JPS.

Stephenson, M., **B.F. Scott**, et G.L. Mackie. Effects of 2,4-D treatment on pond benthos. I. Growth of pisidiid clams and bioaccumulation of 2,4-D and 2,4-DCP. Présenté pour être publié.

La Division de l'hydraulique fait de la recherche sur tous les aspects de l'hydraulique des eaux intérieures et met à la disposition des autres équipes de recherche sur les eaux intérieures, les compétences techniques multidisciplinaires nécessaires à la conception, a la fabrication et à l'entretien des pièces d'équipement spéciales et de systèmes de mesure.

La Division entreprend des programmes nationaux de recherche pure et appliquée en hydraulique, mécanique des fluides, hydrologie, géophysique et géologie dans les milieux fluviaux, lacustres et transformés par l'homme.

SECTION DE L'HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENTALE

La Section de l'hydraulique environnementale s'intéresse à trois grands domaines de recherche : l'hydraulique des cours d'eau, l'étude des glaces dans les cours d'eau et l'hydrologie urbaine.

Dérivations des cours d'eau. La rédaction d'un article de fond sur l'effet des dérivations sur le régime des cours d'eau est maintenant terminée. Ce rapport étudie les effets d'une dérivation autant sur les affluents que sur les cours d'eau récepteurs. Les méthodes applicables, à l'heure actuelle, à la prévision de ces effets sont brièvement décrites. La recherche nécessaire au perfectionnement des instruments de prévision est étudiée. (*Lau*)

Résistance à l'écoulement sur lits à rides. Les cours d'eau alluvionnaires s'écoulent souvent sur un fond couvert de rides dont les caractéristiques doivent être connues pour le calcul des hauteurs d'écoulement. En outre, pour calculer le transport des sédiments, il faut évaluer la partie de la résistance totale à l'écoulement qui participe à la mise en mouvement du matériel déposé dans le fond. Une série d'expériences en canal avec des matériaux de différentes granulométries, ont été effectuées pour réunir les informations requises. (*Lau*)

Brassage transversal sous la glace. Les résultats d'expériences dans plusieurs biefs de différents cours d'eau, sous la glace et en eaux libres, ont été analysés et il a été montré que le coefficient sans dimensions $E_z/U.H$ est le même, que le bief soit couvert de glace ou non. Les résultats montrent aussi que le coefficient de brassage s'accroît avec la sinuosité. (*Lau*)

RIVMIX MK II : Manuel de l'utilisation. Le RIVMIX MK II est un modèle informatique capable de prévoir l'étalement transversal dans un cours d'eau naturel, d'un polluant instable continuellement déversé. Il s'agit d'une version améliorée du RIVMIX MK I pour la prévision de l'étalement des substances stables. Le manuel contient des détails sur le modèle, la disposition des intrants et un listing des programmes. (*Krishnappan*)

Prévision du classement des sédiments avec MOBED : Manuel de l'utilisation, version II. Le modèle MOBED a été modifié de façon à inclure un algorithme de classement des sédiments. Cet algorithme permet de prévoir la granulométrie des sédiments du lit en fonction du temps et de la distance dans une rivière, en plus de prévoir les variations habituelles du niveau de l'eau et de la position des lits, comme d'autres caractéristiques hydrauliques et de transport des sédiments. Les détails de l'algorithme et les modifications résultantes dans le code des sources et la disposition des intrants sont décrits dans une mise à jour du manuel. (*Krishnappan*)

Modélisation de l'écoulement dans les plaines d'inondation. Un modèle de turbulence a été mis au point pour la prévision de la distribution des vitesses en trois dimensions et de la distribution des stress dus au cisaillement le long du périmètre mouillé de chenaux complexes constitués d'un chenal principal et de plaines d'inondation plus larges et moins profondes. Les prévisions ont été comparées à des résultats publiés de débit total à une hauteur d'écoulement donnée, de la répartition de l'écoulement entre le chenal principal et les sections constituées par les plaines d'inondation, ainsi que de la distribution des stress dus au cisaillement le long du périmètre inondé. (*Krishnappan, Lau*)

Résistance des crêtes de sable dans les courants réversibles. À la demande de la Direction des ressources en eau, région du Pacifique et du Yukon, une étude a été faite sur la résistance à l'écoulement dans la rivière Pitt, un affluent du Fraser, quand les phénomènes des flots donnent naissance à des courants qui circulent en différentes directions au-dessus des crêtes de sable. Les essais ont été faits dans le canal de 1 m avec des configurations du lit artificielles. (*Lau*)

Application du MOBED à la rivière Qu'Appelle entre les lacs Craven et Pasqua. Le modèle MOBED a été appliqué à la rivière Qu'Appelle entre les lacs Craven et Pasqua pour tester l'efficacité du plan que propose la Saskatchewan Water Corporation pour améliorer le transport de l'eau dans le chenal. D'après le plan, plusieurs méandres seraient coupés et il faudrait draguer le chenal dans plusieurs biefs de la rivière; le coût des travaux est évalué à 4.5 millions $. Le modèle prédit d'importants changements du niveau du lit, avec une dégradation dans les biefs en amont et une aggradation dans les biefs en aval, près du lac (figure 22). (*Krishnappan*)

Commission d'étude internationale de la rivière Flathead : Comité technique de la qualité et de la quantité de l'eau. De la recherche a permis de participer à la préparation d'un rapport sur les données de référence de la qualité et de la quantité de l'eau dans le bassin supérieur de la rivière Flathead; ce rapport aidera à évaluer les répercussions de la mise en exploitation de la mine de charbon près de Cabin creek et d'Howell creek en Colombie-Britannique. (*Krishnappan*)

Effets de la hauteur d'écoulement relatif dans les modèles physiques de transport des sédiments par des courants unidirectionnels. Une série d'expériences a été faite dans le canal de 2 m pour mesurer les effets à l'échelle dans les modèles physiques de transport des sédiments dans les cours d'eau. Un article décrivant le protocole d'expérience et rapportant les résultats a été soumis pour présentation lors du symposium de l'*IAHR* sur les effets à l'échelle et la modélisation du transport des sédiments; le symposium sera tenu à Toronto en 1986. (*Krishnappan, Engel*)

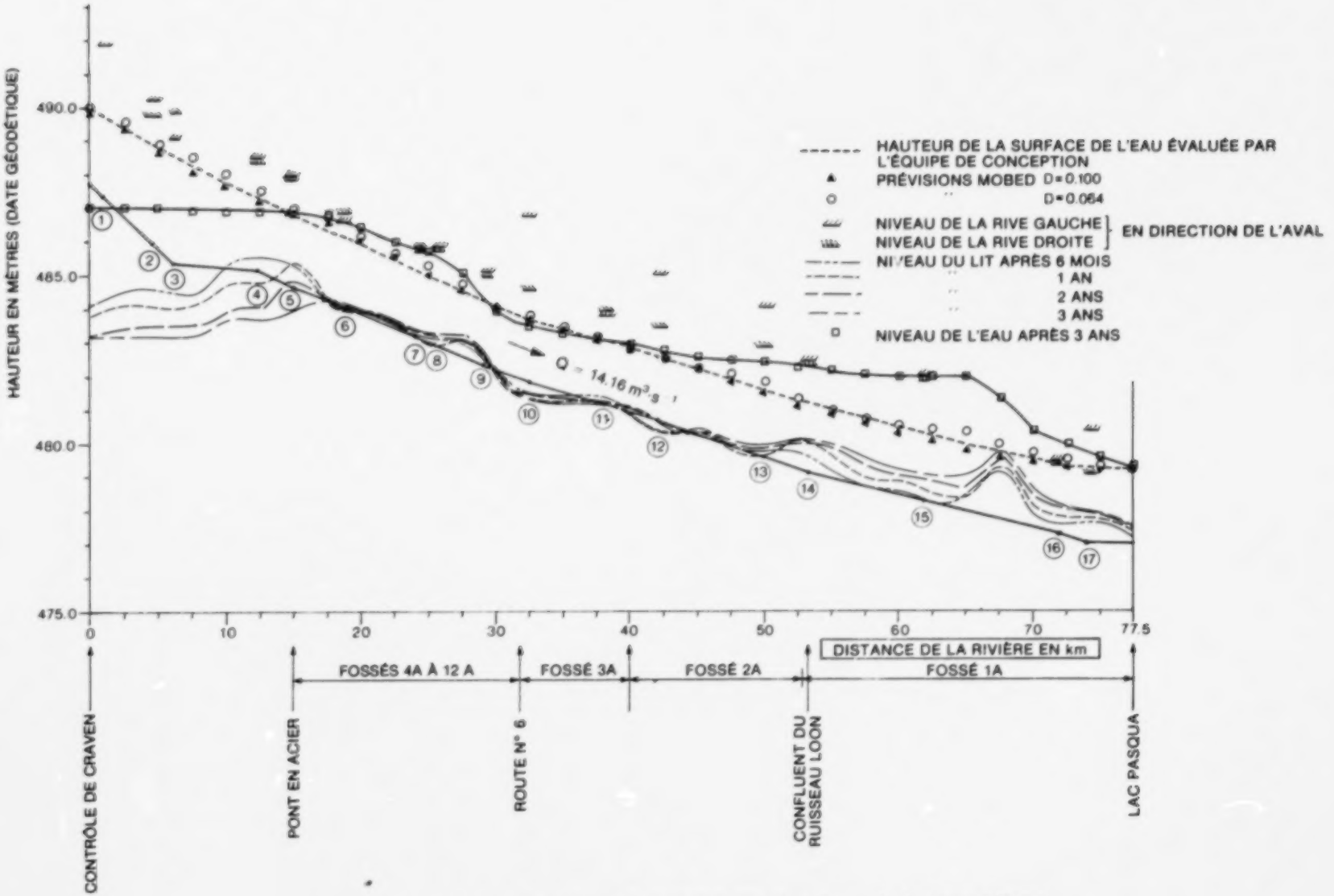


Figure 22. Variations du niveau du lit selon MOBED pour la rivière Qu'Appelle entre les lacs Craven et Pasqua.

Groupe de travail de la SCGC sur les modèles d'écoulement en rivière. À la demande du comité de recherche de la division hydrotechnique de la Société canadienne de génie civil, un groupe de travail a été créé; la présidence a été confiée à B.G. Krishnappan; ce groupe devra évaluer les modèles existants d'écoulement en rivières (du domaine public). Au total, 12 modèles d'écoulement permanent et non-permanent dans des chenaux aux limites mobiles et fixes seront évalués par l'application d'ensembles de données identiques. (*Krishnappan*)

Vitesse de migration des dunes. Par des expériences dans le canal de 2 m, les chercheurs étudient différentes méthodes de calculer la vitesse de déplacement des dunes à partir des profils des lits ainsi que leur géométrie. Les vitesses sont utiles pour le calcul du charriage dans les grosses rivières, cependant que les hauteurs et longueurs associées aux configurations du lit donnent de l'information sur la résistance à l'écoulement et sur les variations de niveau du lit dans les chenaux de navigation. La figure 23 montre une dune typique formée dans un grand canal pour études sédimentaires. (*Engel*)

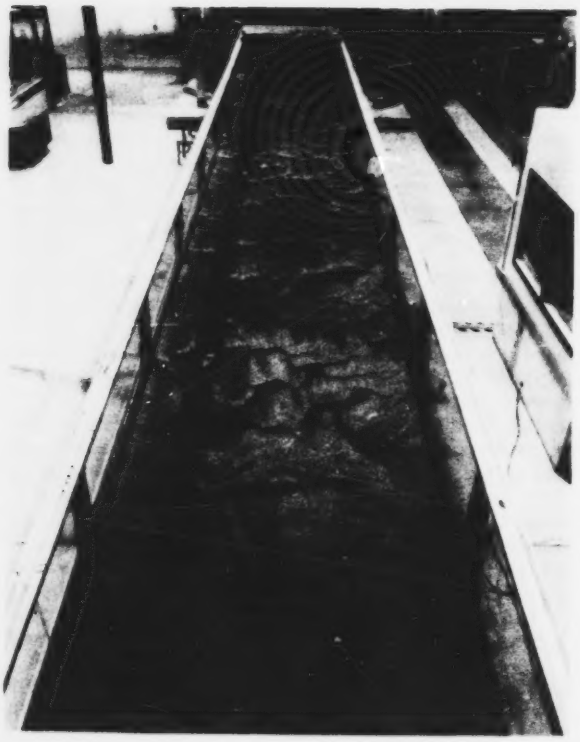


Figure 23. Lit en dune dans un grand canal sédimentaire.

Efficacité hydraulique des échantillonneurs de charriage. L'étude de l'efficacité hydraulique permet d'estimer avec une meilleure précision le transport local des sédiments. Des essais dans le canal de 2 m permettent de mesurer l'efficacité des échantillonneurs Helley Smith et des échantillonneurs à panier et de tracer les courbes d'étalonnage. (*Engel*)

Performance de moulinets. Des expériences ont été faites dans le bassin de traction de l'Institut national de recherche sur les eaux pour calculer l'effet de pesées de sondage du type Columbus, qui pèsent 15 lb, 30 lb, 50 lb, 100 lb, sur la performance du moulinet Price 622AA lorsque ce dernier est utilisé avec le système de suspension WR2. L'analyse a montré qu'un moulinet devrait être utilisé avec la même configuration, côté suspension, que celle avec laquelle il est étalonné. Faute de respecter cette contrainte, l'erreur peut atteindre plusieurs points de pourcentage à certaines vitesses, mais va toujours dépasser ±0.5 % à virtuellement toutes les vitesses. (*Engel*)

Mise au point de rotors pour moulinets. Un rotor en plastique a été modifié de façon à améliorer sa performance. Les essais préliminaires ont indiqué qu'une réduction de la vitesse-seuil, de 4 à 2 cm/s, est possible; c'est un progrès important pour la mesure des faibles débits. La conception finale sera remise à la Division des relevés hydrologiques du Canada qui assurera la production. (*Engel*)

Évaluation des systèmes limnimétriques. La performance des capteurs du type à flotte et type à purge, des transducteurs de pression et des dispositifs satellitaires est évaluée systématiquement en laboratoire. Les résultats seront transmis à la Division des relevés hydrologiques du Canada qui en fera des valeurs de référence servant à la modernisation de l'instrumentation limnimétrique. (*Engel*)

Études sur le terrain des embâcles et des crues. Il s'agit d'un programme à long terme d'observation sur le terrain entrepris en 1979. L'accent est mis sur la collecte des données quantitatives nécessaires pour l'étude déterministique et statistique de la débâcle et de la formation d'embâcles sur les cours d'eau. On a également recueilli de l'information sur l'englacement et les conditions glacielles pendant l'hiver car on avait constaté que ces phénomènes influençaient le processus de la débâcle. Des observations ont été effectuées sur les rivières Thames et Grand en Ontario. Sur la rivière Thames, il y a eu une grave crue à cause d'une embâcle près de Prairie Siding. Les échanges et la collaboration se sont intensifiés avec les organismes intéressés par la question de la formation des embâcles. (*Beltaos*)

Analyse théorique des embâcles. Des renseignements sur le terrain sont toujours recueillis pour un modèle conceptuel de la débâcle et d'une expression sans dimension permettant d'obtenir des évaluations du niveau d'eau causé par des embâcles en équilibre. Les conditions au pied des embâcles (en aval) qui ont de l'influence sur la stabilité de l'embâcle et donc sur le niveau maximal de l'eau, sont des aspects importants des mécanismes de formation et de dislocation des embâcles. Un modèle mathématique a été mis au point pour prédire les caractéristiques de la transition en aval des embâcles à l'équilibre (figure 24). Le modèle utilise la théorie granules-masse des embâcles ainsi que des équations sur les infiltrations et la résistance hydraulique. Pour des tirés à part des articles, le lecteur est prié de s'adresser à la Division de l'hydraulique. (*Beltaos*)

Conseils à la Direction générale des eaux intérieures, région de l'Atlantique. Des conseils techniques sont fournis à la DGEI, région de l'Atlantique, sur des problèmes reliés aux glaces. L'étude technique hydraulique Canada-T.N. FDRP sur la rivière Exploits, à Badger (Terre-Neuve) a été terminée durant la saison 1984-1985, une étude semblable sur la rivière Rushoon à Rushoon devrait être terminée durant l'année financière 1985-1986.

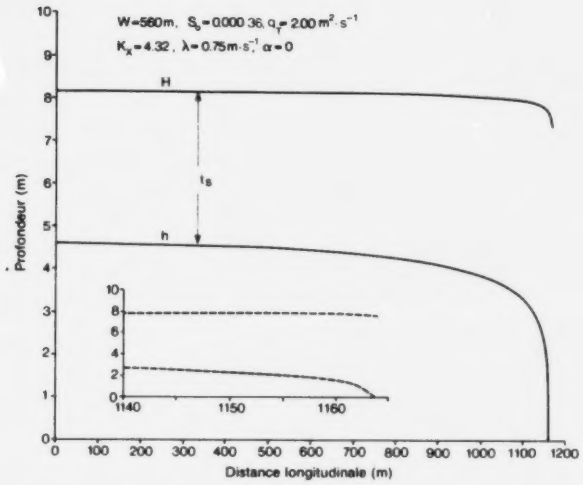


Figure 24. Exemple caractéristique d'embacle obtenu par calcul selon des conditions typiques dans la rivière Athabasca près de Fort McMurray. Le schéma à plus petite échelle montre l'embacle théorique près du fond.

Études en laboratoire des embâcles. Des essais avec des blocs de plastique ont indiqué qu'il existe deux mécanismes d'échouage des embâcles qui se forment à l'extrémité en amont d'une couverture de glace intacte : a) quand la taille des blocs submergés dépasse la profondeur d'eau par où les blocs pourraient passer, comme il a déjà été rapporté ailleurs; b) quand la structure formée par l'accumulation des blocs en surface s'effondre, ce qui a un effet de boule de neige et conduit à la formation d'embâcles très épaisses.

La question des interactions entre une embâcle et la couverture de glace susceptible de s'effondrer est importante et ne peut être résolue en laboratoire avec des blocs et des feuilles de plastique pour simuler la glace. On tente de mettre au point un substitut de la glace qui, à la température de la pièce, aurait les propriétés de la glace, à la bonne échelle, du point de vue de la résistance. (*Beltaos*)

Groupe de travail sur les embâcles de cours d'eau. Le Conseil national de recherches du Canada a mis sur pied un groupe de travail sur les embâcles de cours d'eau, dont le président est S. Beltaos. Les travaux sont presque terminés dans les quatre domaines initiaux : élaboration de principes directeurs pour les programmes requis de cueillette de données sur le terrain; élaboration de principes directeurs pour l'extraction des données sur la débâcle des enregistrements des stations hydrométriques; identification des besoins en recherche; compilation d'études de cas. Le groupe a obtenu un prolongement de deux ans pour terminer la rédaction d'une monographie sur les embâcles.

Frasil et glace de fond. Durant l'hiver 1984-1985, la Division a fait une étude conjointe sur le terrain avec l'Hydro-Québec qui portait sur le frasil et la glace de fond dans les rapides de Lachine, tout près de Montréal, ainsi que sur les effets hydrauliques. L'étude venait appuyer le projet Archipel d'Hydro-Québec, la construction d'une centrale hydroélectrique à faible tirant dans les rapides.

Une étude photographique sur l'évaluation cristallographique du frasil a été complétée.

On a maintenant toutes les données recueillies en 1983-1984 de l'effet du frasil sur l'écoulement de l'eau dans le canal de Beauharnois.

L'installation en laboratoire pour l'étude de l'effet hydraulique de la formation du frasil dans l'eau en circulation est presque terminée. (*Tsang*)

Modélisation du transport des eaux de ruissellement dans les réseaux de drainage. De la recherche a été entreprise pour compléter des études antérieures qui ne s'étaient pas attachées à des structures spéciales. Les résultats de ces travaux parrainés par le ministère des Transports et des Communications de l'Ontario sont utilisés, avec les résultats d'études antérieures, dans les méthodes de calcul des égouts. La vérification de ces méthodes par le MTCO indique qu'il pourrait y avoir près de 3 millions de $ d'économies par an selon le niveau de construction des routes.

Les pertes de charge aux raccordements des canaux et des conduits sont d'autres aspects mal compris du transport de l'eau de ruissellement. Connaissant bien l'importance de ces pertes de charge, l'American Public Works Association, par l'intermédiaire de son association de l'Ontario, a demandé à l'Institut d'entreprendre une étude conjointe de la question; elle a aussi assuré la majeure partie du financement. Deux types de raccordements ont été étudiés : ceux en T d'un collecteur principal et d'un égout secondaire perpendiculaire, ceux en T de deux égouts secondaires opposés et d'un exutoire. Au cours de cette recherche, une nouvelle conception de raccordement a été développée; elle réduit de moitié ou plus les pertes de charge typiques.

Bassin de la rivière Waterford. Les effets de l'urbanisation sur les ressources en eau dans le bassin de la rivière Waterford (Terre-Neuve) sont étudiés depuis plusieurs années par plusieurs organismes fédéraux et provinciaux qui travaillent en concertation. Dans la première partie de l'étude, les processus de ruissellement urbain ont été étudiés dans les secteurs du bassin qui étaient entièrement desservis par un réseau d'égout. Les résultats comprennent l'identification de la quantité et de la qualité des eaux de ruissellement dans la région étudiée, des recommandations détaillées sur la modélisation de l'écoulement et la sélection de modèles, ainsi que des recommandations pour des lignes directrices et des mesures à adopter dans les futurs plans d'urbanisation. Ces politiques et mesures auraient pour conséquence de réduire les effets dommageables de l'urbanisation ainsi que de réduire les coûts des mesures de lutte contre la pollution.

Dans la deuxième partie de l'étude, la modélisation de l'écoulement dans l'ensemble du bassin a été commencée avec le modèle de simulation appelé Hydrologic Simulation Program — Fortran (HSPF). Ainsi pourra-t-on se faire une idée des répercussions de l'urbanisation en cours sur l'écoulement de la rivière Waterford. (*Marsalek*)

Polluants dans les eaux de ruissellement en milieu urbain. De nouvelles études sur les sources et le transport de la pollution ont été entreprises dans deux bassins versants expérimentaux de Burlington. Les études ont porté sur les problèmes liés aux polluants ordinaires et aux polluants toxiques.

Une évaluation de la contribution de l'eau de pluie à la qualité des eaux de ruissellement en milieu urbain a été effectuée avec les données provenant de la station de Blair Road. Il a été montré qu'une partie importante de certains polluants provenait de l'eau de pluie et non du sol. La figure 25 montre certaines données sur le terrain indiquant les charges en polluants dans l'eau de pluie et dans l'eau de ruissellement. (*Ng*)

À partir des données sur le terrain relatives aux substances toxiques persistantes dans les eaux de ruissellement en milieu urbain, on a préparé des estimations des charges annuelles de substances toxiques de cette origine déversées dans le bassin des Grands lacs du côté canadien. Ces estima-

Figure 25. Charges en polluants dans l'eau de pluie et dans l'eau de ruissellement.

tions des charges viennent confirmer l'une des conclusions de la Commission mixte internationale à l'effet que le ruissellement en milieu urbain constitue l'une des principales sources des substances toxiques déversées dans le bassin des Grands lacs. Quatre groupes de polluants toxiques ont été étudiés : les éléments à l'état de traces, les hydrocarbures polyaromatiques, les BPC; les pesticides organochlorés. Les plus fortes charges correspondaient aux éléments à l'état de traces. En particulier, les charges annuelles en zinc et en plomb atteignaient presque 300 $t \cdot an^{-1}$ et de 100 $t \cdot an^{-1}$, respectivement. (*Marsalek*)

Atelier de l'OTAN sur la pollution par le ruissellement en milieu urbain. Cet atelier, subventionné par l'OTAN, s'est tenu à Montpellier, France, du 26 au 30 août 1985. J. Marsalek a agi à titre de directeur du programme. L'atelier a constitué un forum où se sont réunis sur invitation une quarantaine de spécialistes venus de 14 pays. L'atelier a produit des revues à la fine pointe de l'actualité et ouvert des voies à la recherche dans différents domaines, notamment les sources de pollution de l'eau de ruissellement en milieu urbain, les substances toxiques dans l'eau de ruissellement en milieu urbain, la modélisation de la qualité du ruissellement et les répercussions sur les plans d'eau récepteurs, ainsi que le contrôle et la gestion de la qualité de l'eau de ruissellement. La version définitive des minutes de l'atelier sera publiée au début de 1986. (*Marsalek*)

Appui des activités de l'UNESCO en vertu du programme hydrologique international (PHI). Comme appui aux activités de l'UNESCO en vertu du PHI, la version définitive de quatre chapitres de deux manuels de l'UNESCO sur le calcul des réseaux de drainage en milieu urbain a été rédigée, les données à l'appui ont été recueillies et l'ensemble a été soumis à l'UNESCO. Ces chapitres portent sur les paramètres de calcul des réseaux de drainage en milieu urbain, sur l'hydraulique du drainage, sur la cueillette de données hydrologiques en milieu urbain et sur l'organisation de programmes de cueillette des données. À leur parution en 1986, les manuels de l'UNESCO serviront de source de référence complète qui fera autorité pour le calcul des réseaux de drainage en milieu urbain, notamment dans les pays en voie de développement. (*Marsalek*)

Contaminants toxiques dans l'eau de ruissellement en milieu urbain qui est drainée dans les canaux reliant les Grands lacs d'amont. On a commencé l'évaluation des charges de contaminants toxiques contenus dans l'eau de ruissellement en milieu urbain qui est drainée dans les canaux reliant les Grands lacs d'amont. À cette fin, des stations de surveillance des substances toxiques dans l'eau de ruissellement ont été établies à Windsor et à Sarnia, et d'autres seront établies à Sault Ste. Marie. Des échantillons d'eau de ruissellement ont été prélevés dans les égouts pluviaux ainsi que dans les exutoires d'égout. Quatre groupes de substances toxiques persistantes sont recherchés dans ces échantillons : les BPC, les pesticides organochlorés, les hydrocarbures polyaromatiques, les substances inorganiques toxiques. Les données sur le terrain seront exploitées en même temps que des simulations par ordinateur pour produire des charges mensuelles de substances toxiques déversées avec les eaux de ruissellement. Ces charges constitueront alors l'une des sources des inventaires de produits toxiques dans les canaux reliant les Grands lacs d'amont. (*Marsalek*)

SECTION DES PHÉNOMÈNES LITTORAUX

Les travaux de la Section des phénomènes littoraux portent principalement sur trois domaines : les interactions air-eau, conservation et mise en valeur; la sédimentologie littorale et fluviale; la géotechnique.

Brassage par turbulence en-dessous des vagues soulevées par le vent. Une expérience sur le terrain a été préparée pour la mesure de certains aspects de l'interaction entre les vagues soulevées par le vent et la turbulence dans la couche superficielle mue par le vent. Cette expérience, en trois étapes et d'une durée de trois ans, est faite par des chercheurs de l'INRE et du Woods Hole Oceanographic Institution, à partir de la tour de l'Institut, au large du lac Ontario. (*Donelan*)

Atténuation des vagues. Une expérience a été faite en laboratoire dans le canal de 100 m ayant des vagues soulevées par le vent, pour mesurer l'atténuation directe des vagues sous un vent contraire. Les taux d'atténuation étaient importants même quand la pente des vagues était douce (2.5 %). Ces données vont considérablement influencer les théories de production des vagues. (*Donelan*)

Télédétection des vents. Un modèle à échelle composée et divisée pour mesurer par radar la diffusion à la surface de l'océan a été construit pour répondre aux besoins de la diffusiométrie, c'est-à-dire la télédétection des vents de surface au moyen des radars à microondes. Par hypothèse, le mécanisme primaire de diffusion est la diffusion bragg; le spectre du nombre de vagues à l'équilibre a été dérivé en considérant que la densité énergétique des ondes courtes traduit un équilibre entre la pression directe exercée par le vent et la dissipation attribuable au déferlement et à la viscosité. Les effets de l'inclinaison et de la modulation des ondes courtes par des ondes plus longues ont été introduits dans le modèle; lorsqu'il est vérifié par comparaison avec des données de diffusiométrie d'aviation, le modèle donne des résultats très encourageants. Il a été observé que la diffusiométrie est sensible à la température de l'eau de surface quand les vents sont faibles parce que la dissipation des ondes courtes change avec la viscosité. Quand les vents sont forts, les mesures sont moins sensibles à la température de l'eau. (*Donelan*)

Changements de direction des vagues — Étude canadienne des sédiments littoraux. La bouée d'enregistrement de la direction des vagues du CCEI a été installée au large de Stanhope Lane (Î.-P.-É.) pour une participation à l'étude canadienne sur les sédiments littoraux (parrainée par le comité associé pour l'érosion des rivages et l'ensablement, conseil national de recherches. Des données sur les vents et la direction des vagues ont été recueillies entre la fin de septembre et le début de novembre 1984. Il existe maintenant un rapport sur ces données. (*Skafel*)

Recherche sur le brise-lames flottant constitué de pneus. Des renseignements sur la force d'amarrage et sur le mode de transmission de l'énergie des vagues, qui ont été étayés par des mesures sur le terrain, ont été présentés lors d'un atelier sur les brise-lames flottants constitués de pneus, atelier tenu les 7 et 8 novembre 1984 à Niagara Falls, New York. L'atelier était co-parrainé par l'INRE et la *U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station (WES)*. Le lecteur peut obtenir les minutes en s'adressant à la *WES*.

Des conseils sur ce type de brise-lames ont été fournis à la Direction des ports pour petites embarcations, région de l'Ontario, pour les localités de Kingston et de Belleville. (*Bishop*)

Prévision des vagues. L'INRE s'est procuré et a mis en opération un système à deux dimensions de prévision des vagues dans les lacs; ce système a été mis au point dans le Great Lakes Environmental Research Laboratory d'Ann Ar-

bor, Michigan. Ce modèle informatique utilise des méthodes mises au point à l'INRE par M.A. Donelan qui voulait obtenir des estimations fiables de la hauteur, de la période et de la direction des vagues. (*Bishop*)

Îles artificielles retenues par des caissons. Une étude a été entreprise sous contrat pour analyser la modélisation des volumes de débordement pour les îles artificielles retenues par des caissons. Les volumes de débordement modélisés étaient trop importants par des facteurs de 2 à 6. En outre, la distribution des embruns était géographiquement différente de celle du prototype. On a cherché les causes de ces inexactitudes; il y a l'effet des essais avec des vagues unidirectionnelles (à crête longue), des différences possibles dans la formation de groupes de vagues et des insuffisances dans la cueillette et l'analyse des données fournies pour le prototype. (*Skafel*)

Gestion des déchets de Port Granby. Un rapport sur la stabilité de la falaise et la surveillance dans le secteur d'élimination des ordures de Port Granby a été examiné pour le compte du SPE, région de l'Ontario. (*Zeman*)

Sites d'élimination des ordures en zone côtière. L'évaluation des risques possibles de ces sites a été faite en fonction des paramètres suivants : la proximité du rivage, la vitesse locale de recul, l'hydrogéologie souterraine, la nature des ordures éliminées dans ces sites (figure 26). (*Coakley*)

Facteur d'érosion des sédiments. Une méthode de mesure quantitative de la résistance à l'érosion des sédiments cohérents au moyen d'appareil à cylindre rotatif. On a déterminé le facteur d'érosion de deux tills du lac Érié qui n'apparaissaient pas très différents d'après les essais géotechniques. (*Zeman*)

Évolution côtière. Pour planifier la mise en valeur côtière, il faut savoir reconnaître les tendances modernes au recul des côtes (attribuables dans une grande mesure à des activités humaines) et celles qui font partie d'une évolution naturelle à long terme. L'étude d'ensemble du lac Érié a été complétée en 1984. (*Coakley*)

Rapports entre l'érosion et le stress du cisaillement, lac Ontario. Une station sur la rive sud du lac Ontario, à Stoney Creek, a été choisie pour l'étude des processus et des vitesses d'érosion sous-marine de sédiments glaciaires exposés sur le talus côtier. C'est le type de substrat le plus courant dans les eaux peu profondes des Grands lacs en aval; son érosion à la station agit sur le recul d'une berge raide contiguë et sur la quantité de sédiments repris dans le lac. Les forces de cisaillement exercées par les vagues sur le fond de l'avant-plage constituent un important facteur de la vitesse d'érosion des côtes. Elles sont actuellement évaluées à la station d'essais. Les vagues ont été mesurées à intervalles réguliers entre octobre et décembre 1984; les relevés des vagues sont à l'étude; les résultats devraient permettre d'évaluer les forces de cisaillement à l'interface sédiments-eau. Un

Figure 26. Schéma de tous les sites d'élimination des déchets à proximité du rivage (zone de 5 km de large) du lac Ontario. Le schéma comprend les sites existants ou abandonnés (courtoisie du ministère de l'Environnement de l'Ontario, Direction de la gestion de l'élimination des déchets).

rapport entre le cisaillement et l'érosion fera l'objet d'un essai. (*Coakley*)

Des cadres portant des transducteurs fixes ont été redéployés à cinq stations le long de la ligne de profil de Stoney Creek; le soulèvement du fond a été surveillé acoustiquement et par des plongeurs entre avril et décembre 1985. Des écarts avec les données de décembre 1984 ont été notés aux stations proches du rivage, où il y avait une couverture de sable, mais il n'y a pas eu de changement de niveau au large dans le secteur de till exposé. (*Rukavina*)

Facteur d'érosion des sédiments cohérents. Les essais du facteur d'érosion sur des carottes de till provenant de la station de Stoney Creek, notamment des essais géotechniques, sont terminés et les résultats ont été analysés. De nouveaux échantillons de tills à grain fin du lac Érié ont été prélevés et serviront aux essais du facteur d'érosion des sédiments reformés. Un moule à compaction, qui servira à la préparation des échantillons en question, est actuellement en construction. L'appareil actuel de mesure du facteur d'érosion a été calibré de façon à mesurer l'effet de la rugosité de surface. (*Zeman*)

Transport des sédiments et des polluants, côte lacustre de Toronto. Le transport de sédiments contaminés à partir de différentes sources locales situées sur la côte lacustre de Toronto comporte certains risques sur le plan hygiénique par d'éventuelles contaminations près des prises d'eau et le long des plages fréquentées par des baigneurs. Des études pour déterminer les voies et, si possible, le taux de transport sont actuellement en cours (en collaboration avec la Division des contaminants dans l'environnement et le ministère de l'Environnement de l'Ontario). Des échantillons du fond prélevés à Humber Bay et sur les plages de l'est sont analysés : la granulométrie est déterminée et les principaux éléments et les éléments à l'état de traces sont dosés pour voir s'il n'y aurait pas d'éléments pouvant servir de traceur naturel. Des études simultanées sont en cours pour trouver un traceur artificiel du transport des sédiments à grains fins, dont il est admis que ce sont d'importants véhicules des polluants adsorbés. (*Coakley*)

Symposium sur les rivages cohérents. On a commencé les préparatifs d'un symposium sur la recherche scientifique et technique de l'érosion rapide des rivages constitués surtout de sédiments cohérents. Le symposium, parrainé par le comité associé pour la recherche sur l'érosion des rivages et l'ensablement du CNRC, aura lieu à Burlington en mai 1986. (*Zeman*)

Bilan sédimentaire d'un rivage, rive nord-centrale du lac Érié. L'étude de la rive nord-centrale du lac Érié faite en 1979 a fourni des résultats qui ont été appliqués au calcul d'un bilan sédimentaire côtier dans la région; celui-ci examine les variations à long terme et à court terme de l'érosion du rivage et de la sédimentation, ainsi que l'influence des ouvrages portuaires. Les résultats sont présentés dans un rapport soumis au *Journal of Great Lakes Research*. (*Rukavina, Zeman*)

Étude à la plage Van Wagner. Tous les résultats de sondage du profil 18 à la plage Van Wagner ont été numérisés aux stations où des données obtenues par transducteur fixe ou par plongée sont disponibles. Les résultats pour la période 1980-1982 sont actuellement étudiés pour voir quels sont les effets des tempêtes et des variations limnimétriques sur le profil. (*Rukavina*)

Relevé des sédiments sur le fond du lac Saint-Louis. Un relevé sédimentologique et bathymétrique du lac Saint-Louis, dans le fleuve Saint-Laurent, a été fait à la demande de la Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, qui étudie la pollution du fleuve Saint-Laurent. Les travaux sur le terrain ont été faits avec la collaboration de la DGEI, région du Québec, et du Service hydrographique canadien, région du Québec. (*Rukavina*)

Données sur les sédiments du littoral des Grands lacs. Le service de protection de l'environnement à Toronto (projets de dragage, Sarnia et Owen Sound; étude sur les BPC, Wheatley), Huntec Toronto (essais d'équipement géophysique, région de Toronto) et la ville de Port Colborne (planification locale) ont demandé qu'on leur communique des données en mémoire sur le littoral. Ces données sur le littoral du lac Ontario ont été utilisées avec des données sur le bassin du lac pour la sélection de stations en vue de la réalisation du programme de surveillance du lac Ontario par la CMI. Une description de la base des données sur le littoral a été remise au Comité d'étude du programme de surveillance des sédiments de l'Ontario, à la demande de la DRE. La structure et le contenu de la base des données ont été présentés graphiquement à la conférence sur les Grands lacs qui a eu lieu à Milwaukee et à la conférence canadienne sur les littoraux tenue à St. John's (Terre-Neuve). (*Rukavina*)

Sédiments déposés au fond du lac Sainte-Claire. (UGLCC). On a commencé la compilation des données sur les sédiments déposés au fond du lac Sainte-Claire pour le programme de l'UGLCC; de l'appui a été fourni à la Division de la physique aquatique et des systèmes pour l'utilisation des sondages par l'écho comme moyens pour mesurer l'épaisseur des dépôts modernes de vase dans les bassins. (*Rukavina*)

Jours d'accueil au CCEI, 1985. Deux des présentations faites à cette occasion, en avril, ont été la projection magnétoscopique des transformations de la plage et un jeu par ordinateur sur les connaissances relative aux rivages et aux problèmes qui leur sont associés. (*Rukavina*)

Une présentation informatisée sur mode interactif par graphiques a porté sur l'évolution postglaciaire des Grands lacs. (*Coakley*)

Vagues et prévision des vagues. Une section sur les vagues et la prévision des vagues a été rédigée pour un nouveau manuel de génie civil dont la parution est prévue pour 1986. On y parle de la théorie des vagues de faible amplitude, des processus des vagues, des techniques de mesure des vagues, de l'analyse des données sur les vagues, des statistiques et des limites de confiance, ainsi que des méthodes de prévision des vagues. (*Bishop, Donelan*)

Atténuation des vagues par des parois non uniformes. Des essais ont été faits dans un bassin d'étude des vagues pour voir quels sont les effets à l'échelle de la modélisation de l'atténuation des vagues par l'enrochement des ouvrages aux entrées des ports. L'enrochement en pente latérale de 1.5 ou 2 à 1 le long des parois verticales des entrées est une technique de plus en plus usitée pour corriger les problèmes d'agitation des vagues dans les ports ou pour corriger des problèmes de structure au niveau des parois. Il a été trouvé que l'atténuation est proportionnelle à la hauteur des vagues à la puissance 1.36, et qu'elle est inversement proportionnelle à la profondeur de l'eau (ρ) à la puissance 0.36 et à la largeur du fond du chenal (l). Il a été trouvé que le facteur proportionnel varie selon la formule $p.gT^2\ l/\rho$ et la pente latérale (où T est la période des vagues et g est l'accumulation due à la gravitation). (*Bishop*)

Mesure des vagues par transducteur de pression. Des expériences pour vérifier l'exactitude de la théorie des vagues linéaires afin de prévoir la hauteur des vagues à partir des pressions sous la surface, sont maintenant terminées. (*Bishop*)

Charges attribuables aux vagues sur les pipelines sous-marins. Ces charges sont habituellement prédites par l'équation de Morrison, qui applique des coefficients empiriques d'inertie et de résistance. Les valeurs à attribuer à ces coefficients sont loin d'être certaines. Dans les secteurs nordiques où les pipelines peuvent être posés au fond de tranchées ouvertes pour éviter les dégâts causés par la glace, il existe peu ou pas de données. Une série d'essais en laboratoire sont en cours pour déterminer les coefficients de résistance, d'inertie et de soulèvement pour les pipelines posés dans les tranchées. Les détails du champ d'écoulement ont aussi été étudiés. Ces travaux ont été subventionnés en partie par le Panel on Energy Research and Development. (*Skafel*)

SECTION DES SERVICES TECHNIQUES

Unité de soutien scientifique. Le personnel technique fournit le soutien aux chercheurs et aux ingénieurs qui font de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée au laboratoire d'hydraulique et qui exécutent des travaux connexes sur le terrain.

Il y a eu beaucoup plus de soutien apporté sur le terrain pour l'étude du frasil, de la glace de fond, des embâcles et des crues. Du soutien a aussi été fourni à des tierces parties dans le cadre de la politique de recouvrement des coûts du Ministère.

Des essais pour mesurer les pertes de charge dans différentes parties d'un échantillonneur automatique de sédiments ont été faits pour le compte de la Division des relevés hydrologiques du Canada.

Services du laboratoire géotechnique-sédimentologique. Le laboratoire sédimentologique classe les sédiments selon leur granulométrie et en détermine la teneur en matières organiques et en carbone total. Le laboratoire géotechnique fait des essais structuraux des sols. Ces installations sont utilisées pour les projets de recherche de l'Institut et d'autres organismes du gouvernement, des universités et du secteur privé. Le recouvrement des coûts est pratiqué.

On a fait l'acquisition d'un nouveau sédimentomètre enregistreur à traitement informatique qui fournira un meilleur service et offrira une précision accrue; des modifications ont aussi été apportées au tube de sédimentation.

Voici le sommaire des essais et des analyses effectués :

Essais et analyses	1984-1985	1985-1986
Analyses granulométriques		
INRE	1105	1471
Universités	56	150
Secteur privé	31	53
Analyse du carbone		
INRE	242	4050
Séparation des sédiments		
INRE	47	76
Essais géotechniques		
INRE	10	7

Unité des travaux en laboratoire. Les utilisateurs du laboratoire ont reçu de l'appui en menuiserie, mécanique et entretien de l'équipement. L'unité s'est également occupée de la supervision des contractants de l'extérieur travaillant au laboratoire. Il y a eu des consultations de scientifiques et d'ingénieurs sur des problèmes de construction. On a commencé de faire l'inventaire et l'acquisition de matériaux et de fournitures. Un groupe hautement spécialisé de techniciens a conseillé de nombreux utilisateurs du laboratoire d'hydraulique sur la conception de l'équipement et des installations ainsi que sur l'électronique et la mécanique.

Un canal à écoulement laminaire a été fabriqué pour les études de formation des méandres et un autre pour l'étude de la glace de frasil a été fabriqué pour les essais en laboratoire des instruments.

Service national d'étalonnage. Il y a plus de deux ans maintenant qu'on utilise le micro-ordinateur dans le système d'acquisition de données du chariot de traction. Le service s'est procuré un micro-ordinateur de 16 bits, plus puissant.

Un programme d'étalonnage de très grande précision a été préparé pour le compte d'Hydro-Québec en vertu d'un accord de recouvrement des coûts : on a étalonné 65 moulinets de type SIAP, qui serviront à la mesure de l'efficacité des turbines. Pour cet étalonnage spécial, il a fallu utiliser 48 vitesses différentes et prendre des journées de travail de 12 à 14 heures pour terminer les passages.

À la demande de sa Section des études des sédiments, la Division des relevés hydrologiques du Canada, a entrepris la préparation de plans afin que tout son inventaire des échantillonneurs de sédiments repris en suspension soit vérifié, réparé et étalonné. Ceci devrait prendre deux ans; après cette période chaque échantillonneur sera réexaminé et reétalonné tous les deux ans.

L'utilisation du bassin de traction pour étalonner les moulinets et pour mener différents essais spéciaux sur le matériel hydrométrique peut être ventilée de la façon suivante :

	Temps d'utilisation (%)
Div. rel. hydr. Canada	35.1
Autres organismes fédéraux	25.3
Gouvernements provinciaux	14.9
Universités	5.9
Compagnies d'hydro-électricité	8.4
Firmes d'ingénieurs-conseils	10.4

SECTION DES SERVICES DE GÉNIE

Échantillonneur pondéré par rapport au volume. L'étude du cheminement et de l'évolution des polluants entreprise par la Division des polluants de l'environnement nécessite le prélèvement d'échantillons d'eau pondérés par rapport à la profondeur et la forme du plan d'eau. Un système portatif d'échantillonnage à pondération par rapport au volume a été mis au point afin d'automatiser cette partie du travail sur le terrain.

Un étui pour le transport (figure 27) contient un petit clavier avec un écran d'affichage, un micro-ordinateur qui commande une soupape de séquencement et une pompe actionnée par une pile. L'échantillonneur est conçu pour être couplé à un électrobathythermographe (EBT) portatif utilisé comme sonde primaire. L'opérateur passe par le clavier pour donner la pondération par rapport à la profondeur qu'il veut utiliser pour les échantillons, et programmer le micro-ordinateur qui commande la pompe et la valve de séquencement. L'orifice pour l'échantillonage est situé sur l'EBT. Une fois le profil EBT complété, l'échantillon prélevé est intégré et pondéré par rapport au volume contre la profondeur et la forme du lac ou de l'étang. (*Desrosiers*)

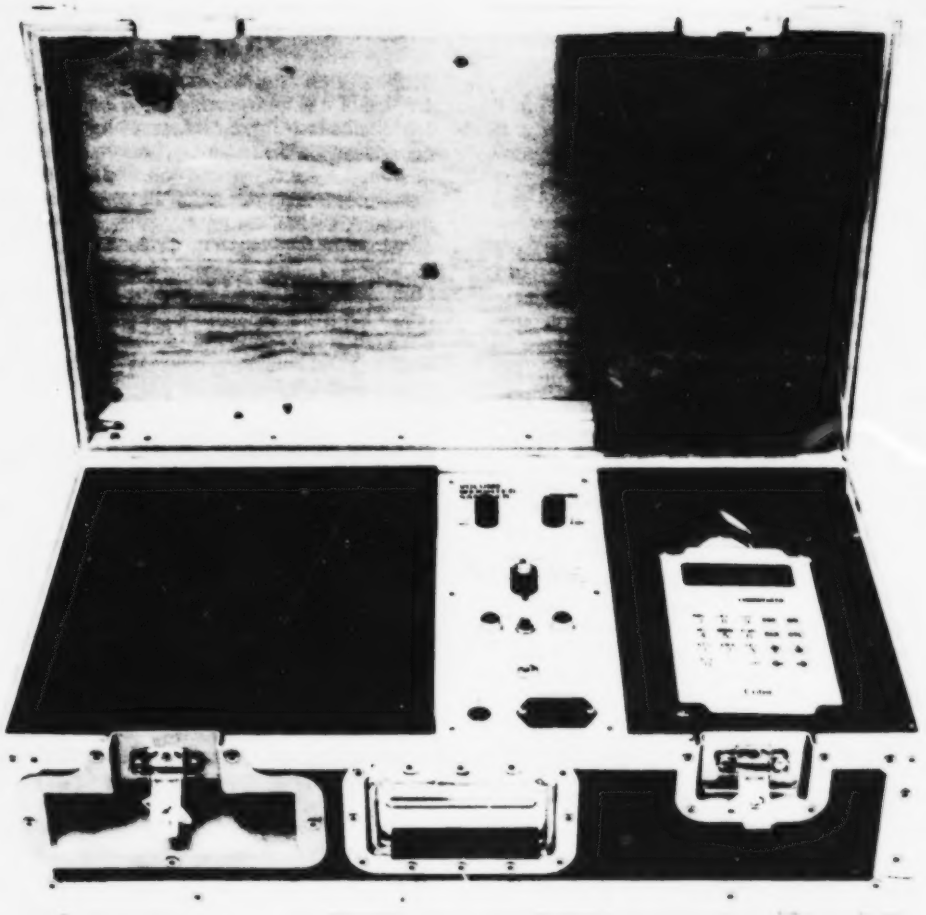


Figure 27. Échantillonneur pondéré par rapport au volume.

Étude sur la sonde des sédiments repris en suspension. Les sédimentologistes et les ingénieurs côtiers ont constamment besoin de mesurer massivement la concentration du charriage et des matières en suspension dans les cours d'eau et dans les zones côtières. Il n'est pas encore possible d'effectuer rapidement ces mesures par des moyens acoustiques. La recherche technique est en cours pour trouver une manière fiable de connaître la teneur en matières en suspension. (*Desrosiers*)

Bouée dérivante sous la glace. Pour étudier les courants et le brassage de l'eau dans les lacs septentrionaux, la division de la physique aquatique et des systèmes avait besoin d'une bouée dérivante du type Lagrangien qui pouvait fonctionner sous la glace et observer les courants d'advection de faible amplitude, c'est-à-dire moins d'un $cm \cdot s^{-1}$. En plus d'être aisément transportée et de pouvoir fonctionner à -30 °C, la bouée peut être lancée et récupérée sous la glace. Elle peut être localisée dans un cercle de 50 cm d'erreur sous la glace grâce à des techniques de radio-dépistage pour la poursuite des poissons. Le système, essayé sur le lac Tagish au Yukon, a donné de bons résultats. (*Roy, Savile*)

Enregistreur de frasil. La formation de frasil dans les cours d'eau altère l'adduction dans les chenaux. La connaissance des mécanismes de formation du frasil peut nous aider à prédire quand il y aura restriction de l'écoulement en hiver et à calculer la probabilité des crues. À la demande du Sous-comité sur la glace des rivières au Nouveau-Brunswick, l'INRE a entrepris la mise au point d'un enregistreur de frasil. Un prototype a été construit et des essais dans un canal d'étude de l'englacement ont confirmé le principe de fonctionnement de l'appareil. Les travaux de mise au point se poursuivent sur le prototype et des essais devraient être effectués dans la rivière Nashwaak près de Fredericton au Nouveau-Brunswick. (*Ford*)

Mise au point d'un cytomètre. Les chercheurs ont besoin de nouvelles données pour évaluer avec plus de précision la biomasse et la biocontamination. L'automatisation des opérations de dénombrement cellulaire et de classification réduirait le coût d'obtention de ce type de données biologiques.

La cytométrie dans l'eau en circulation semble constituer un complément intéressant à la microscopie classique. La documentation et les systèmes commerciaux ont été examinés. On arrive à la conclusion que les systèmes commerciaux coûtent

encore trop cher pour que l'achat soit justifié dans la plupart des laboratoires. Un système construit sur place a été proposé et certaines des pièces du système ont été étudiées. (*Desrosiers*)

Programme pour les projets Industrie-laboratoires. Il s'agit d'un programme interministériel d'encouragement et d'aide financière aux transferts de technologie des laboratoires de recherche du gouvernement fédéral à l'industrie canadienne qui en fait l'exploitation commerciale. Ses activités à l'INRE sont coordonnées par la section des services de génie. L'équipement pour lequel des accords de contribution ont été signés comprend le détecteur de frasil (Arctec Canada Ltd.), l'enregistreur à l'état solide de température (Metrex Instruments Ltd.) et le dispositif léger de carottage (Quest Engineering Ltd.). Il est également question de transférer la bouée de détection de direction des vagues et du vent de l'INRE. (*Roy, Ford, Desrosiers*)

Thermomètre-enregistreur à l'état solide. Il est essentiel d'avoir des relevés de la température à long terme pour les études écologiques. Le groupe de travail sur la mise au point d'équipement scientifique de l'INRE a décidé de mettre au point un thermomètre-enregistreur à un seul canal qui aurait des mémoires à l'état solide et emploierait la technologie des micro-ordinateurs. Chacun de ces enregistreurs pourrait constituer un élément d'un réseau. Cela permettrait une flexibilité considérablement supérieure.

Un prototype de thermomètre-enregistreur a été fabriqué. Il a été essayé sur le terrain et jugé satisfaisant. Cinq des éléments d'évaluation de ce prototype ont été fabriqués aux termes d'un marché. La précision et la fiabilité à long terme de cet appareil seront évaluées par d'autres essais sur le terrain. Le fournisseur a déjà reçu un appui en vertu du programme pour le transfert de cette technologie de l'INRE à la production en série. (*Ford*)

Améliorations du spectromètre. Le spectromètre d'émission à plasma d'argon à couplage inductif est utilisé depuis plusieurs années à l'INRE et à la Direction de la qualité des eaux. P. Goulden de la Division des méthodes analytiques a proposé une hypothèse pour la correction dynamique de la lecture de façon à accroître la sensibilité du spectromètre. À la demande du groupe de travail de mise au point d'équipement scientifique, les services de génie ont conçu et installé une trousse de modifications comprenant un volant en rotation et des circuits associés de détection-préamplification synchrones pour 24 canaux du spectromètre.

Il a été établi que cette modification réduit par trois fois les bruits dans le système pendant une courte période d'intégration, ce qui correspond à un accroissement important de la sensibilité du système. Un rapport intitulé "Dynamic Background Correction of an ICP Spectrometer" est en préparation. (*Desrosiers*)

SECTION DE LA FABRICATION ET DU DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE

La section de la fabrication et du développement technique fournit des services techniques pour la recherche scientifique et de génie. Durant les années financières 1984-1986, la section a entrepris 128 projets dont 114 concernaient l'INRE et 14 concernaient la recherche à l'extérieur. Ce qui suit donne une idée d'une partie de l'équipement et de certains systèmes mis au point au cours de ces années financières. Des informations détaillées de cet équipement sont données dans différents manuels concernant l'équipement, qu'on peut se procurer en s'adressant à la section. La description d'autres pièces d'équipement mises au point par la section est faite par la section des services de génie et par d'autres clients de l'INRE ou de l'extérieur.

Dispositif de carottage de la neige. Un nouveau carotteur en caisse d'échantillonage de la neige a été fabriqué pour l'étude des lacs Turkey. L'appareil est conçu pour prélever un échantillon de 250 cm^2 qui peut mesurer jusqu'à 1.2 m de longueur. Il est capable d'opérer dans la neige folle et peu tassée comme dans la neige tassée et contenant des couches de glace. Le bâti est en acier inoxydable de type 304. Il est construit de telle façon qu'il peut être martelé dans la neige foulée ou la glace. La partie frontale, montée sur coulisses, peut glisser de façon à permettre l'étude de la structure de la neige ou à permettre le prélèvement de sous-échantillons dans différentes couches. Le nouveau modèle est plus léger, plus solide et plus rigide que les modèles précédents et coûte moins cher à fabriquer. (*Savile*)

Appareil de détection des fuites d'hélium. Cet appareil a été installé pour permettre de mesurer les fuites dans les bâtis étanches jusqu'à 10^{-9} $cm^3 \cdot s^{-1}$.

Vaisseau sous pression d'essais à recyclage automatique. Ce dispositif a été installé pour assurer automatiquement le recyclage du vaisseau sous pression de 100 lb/po^2. Le vaisseau est commandé par un circuit de pompage contrôlé par un micro-ordinateur qui lit la pression hydrostatique et la température du fluide.

Conception et dessin assistés par ordinateur. Ce système de conception et de traçage sert pour les dessins mécaniques et électroniques et pour les circuits imprimés. Le système utilise les ordinateurs IBM-PC et a ainsi accès aux logiciels AUTOCAD et DASH-2.

Système photographique sur métal. Ce système est destiné à la production sur place de textes photographiés et imprimés sur des plaques d'aluminium, dont on a besoin surtout pour les fiches appliquées sur les appareils.

Échantilloneur à sectionnement de neige fondante. Pour étudier les effets des variations à court terme de la chimie de la neige fondante à la station de Turkey Lakes, un nouvel échantillonneur à sectionnement a été fabriqué. C'est un appareil entièrement automatique, alimenté par une pile et d'une capacité de 24 bouteilles. La conception est basée sur celle d'un échantillonneur d'eau de type commercial, et un micro-ordinateur de faible puissance a été intégré. En 1984-1985, l'appareil a pu prélever avec succès plus de 20 échantillons. (*Dolanjski, Savile*)

Prises de CA commandées par un ordinateur. Il y a de plus en plus d'ordinateurs domestiques en service dans les laboratoires de l'Institut et il est souvent nécessaire de contrôler par ordinateur des appareils comme des pompes, des soupapes à solénoïdes, etc. Puisqu'il n'y avait pas sur le marché d'appareil d'interface approprié, un dispositif a été fabriqué sur place. Pour l'instant, ce dispositif peut contrôler quatre sorties et on compte porter ce chiffre à huit. (*Dolanjski*)

SECTION DES SERVICES DE DESSIN

Cette section fournit les services de dessin et d'illustration pour les présentations visuelles et les graphiques, pour les illustrations techniques et scientifiques ainsi que pour la cartographie et les schémas électroniques et mécaniques d'une qualité convenant à la publication.

Elle fournit également des services de photographie, dont celle de l'équipement de recherche scientifique et de génie, les transparents pour rétroprojection et diapositives pour conférences et colloques et, par l'entremise de sources extérieures, les services de composition, d'imprimerie, de reprographie et de développement et tirage de photographies.

La section garde en dossier tous les dessins, illustrations et négatifs de toutes les photographies et reprographies. Ce service est fourni aux Divisions de l'Institut et à toutes les autres Directions générales, Directions et Services du Centre canadien des eaux intérieures.

SECTION DES SERVICES DE BUREAU

Cette Section fournit les services de bureau et de traitement de texte ainsi que les services de commis et de tenue de dossiers à toutes les Sections de la Division. Elle administre aussi la production ordonnée et la distribution des rapports et publications dans les domaines scientifiques et de génie, ainsi que la mise en oeuvre de la politique de bilinguisme dans les publications du ministère de l'Environnement. Elle satisfait aux demandes de réimpression ou de reproduction des manuscrits inédits et elle garde en relevé statistique.

LISTE DU PERSONNEL

Chef — T.M. Dick, B.Sc., M.Sc., Ph.D., P.Eng.
Secrétaire — A. Mueller
Agent d'administration-adjoint — S. Hicks (affecté à la Division de l'hydraulique par la Division des services du personnel, INRE)

Section du dessin
Chef
W.D. Finn

Dessinateurs
M. Donnelly
P. McColl
J. Van Nynatten

Section des services de génie
Chef

F.E. Roy, B.Sc., M.E., M.Eng., P.Eng.	systèmes mécaniques

Ingénieurs de projets

R. Desrosiers, B.A.Sc., M.A.Sc.	études électro-optiques
J.S. Ford, B.A.Sc., P. Eng.	systèmes des données
N. Madsen, B.A.Sc., P. Eng.	conception des machines
J. Valdmanis, B.Eng., M.A.Sc., P. Eng.	systèmes de détection

Section de l'hydraulique environnementale
Chef

Y.L. Lau, B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D., P.Eng.	dynamique des cours d'eau

Chercheurs

S. Beltaos, B.S., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	études sur les glaces des cours d'eau
P. Engel, B.Sc., M.Sc.	aménagement des cours d'eau
B.G. Krishnappan, B.E., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	dynamique des cours d'eau
J. Marsalek, Dipl.Eng., Can.Tech.Sci., P.Eng.	hydrologie urbaine
H. Ng, B.Sc., M.Sc., P.Eng.	hydrologie urbaine
G. Tsang, B.E., M.Eng.Sc., Ph.D., P.Eng.	études sur les glaces
J. Wong, B.Eng. (en congé sabbatique)	études sur les glaces des cours d'eau

Section du développement technique et de la fabrication
Chef
S.D. Baird

Technologies électroniques
J. Dolanjski
M. Pedrosa

Technologies mécaniques
R. Boucher (maintenant à la Défense nationale, Ottawa)
H. Savile

Laboratoire d'étalonnage et d'entretien des instruments
W.J. Cooper
L. Peer

Atelier de mécanique
J.G. Ford
K.K. Kalter
G. Olsen
D. Whyte

Section des services de bureau
Chef
M. Hawkins

D. Bowman, Commis
N. Snelling, Opératrice de machine

Section des phénomènes littoraux
Chef

M.G. Skafel, B.A., B.E., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	aménagement des côtes

Chercheurs

C.T. Bishop, B.Sc., M.Sc., P.Eng.	aménagement des côtes
J.P. Coakley, B.Sc., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	sédimentologie côtière
M.A. Donelan, B.Eng., Ph.D.	interaction air-eau
N.A. Rukavina, B.A., M.Sc., Ph.D., P.Eng.	sédimentologie côtière
A.J. Zeman, B.Sc., M.Sc.	études géotechniques

Section des services techniques
Chef
C. DeZeeuw

Laboratoire géotechnique et sédimentologique
K. Salisbury
J. Dalton

Unité de service de laboratoire
R. Klainka
E. Nash (retraité depuis septembre 1984)
G. Voros

Unité de soutien scientifique
D. Beesley
J. Dalton
G.A. Duncan
W. Moody
T. Nudds
D. Doede
F. Dunnett
J. Heidt
R. Stephens
B. Trapp

Service national d'étalonnage
C. Bil
D. Fekyt
B. Near

COMITÉS DONT FAIT PARTIE LE PERSONNEL DE LA DIVISION

S. Beltaos
- Groupe de travail sur les régimes thermiques de l'AIRH
- Groupe de travail sur les embâcles de l'AIRH
- Sous-comité du CNRC sur la neige et la glace
- Sous-comité du CNRC sur l'hydraulique des cours d'eau englacés
- Président, Groupe de travail du CNRC sur les embâcles
- Sous-comité du Nouveau-Brunswick sur la glace des cours d'eau

J.P. Coakley
- Groupe de travail de l'UISG sur les méthodes modernes d'analyse granulométrique
- Projet 200 du PICG (Corrélations avec le niveau de la mer et applications)
- Comité des programmes du symposium CARESL sur les rivages cohérents

T.M. Dick
- Association internationale de Recherches hydrauliques (AIRH), membre du conseil 1985-1987
- Comité de rédaction, *Bulletin de la qualité des eaux* (OMS)
- Comité associé de recherche sur l'érosion et la sédimentation littorales/(CARESL)-CNRC — Président

M.A. Donelan
- American Meteorological Society's Committee on "Interaction of the Sea and Atmosphere" — Président
- Comité national canadien du Comité scientifique sur la recherche océanique

J.S. Ford
- Mohawk College Technology Advisory Committee
- Groupe de travail sur la mise au point d'équipement scientifique

B.G. Krishnappan
- Bridge Hydraulics Project Committee of Roads and Transportation Association
- Groupe de travail sur les processus de brassage dans les cours d'eau de la SCGC
- Comité de surveillance d'études doctorales, département de génie mécanique, Université de Waterloo
- Comité technique de la quantité et de la qualité de l'eau, Commission d'étude internationale de la rivière Flathead, Commission mixte internationale

Y.L. Lau
- Société canadienne de génie civil
- Comité de recherche de l'hydrotechnique

J. Marsalek
- Groupe de travail sur l'hydrologie urbaine (programme hydrologique international de l'UNESCO)
- Urban Water Resources Research Council of ASCE
- Comité technique de l'étude du bassin de la rivière Waterford
- Comité de surveillance d'études doctorales, département de génie civil, Université McMaster
- Comité d'organisation, atelier 1985 de l'OTAN sur le ruissellement en milieu urbain

N.A. Rukavina
- Comité de surveillance d'études doctorales, département de géographie, Université McMaster
- Comité du programme, Symposium du CARESL sur les rivages cohérents

G. Tsang
- Commission internationale de contrôle de la Niagara, CMI, Groupe des glaces
- Groupe de travail, Canada-US International Ice Information Work Group

J. Valdmanis
- Comité de mesure des moulinets (affilié à l'IIEE et au MTS)

A.J. Zeman
- Sous-comité du CNRC de génie géotechnique marin
- Comité d'organisation, Symposium du CARESL sur les rivages cohérents — président

PUBLICATIONS

Barnett, P.J., **J.P. Coakley**, J. Terasmae, et C.E. Winn. 1985. Chronology and significance of a Holocene sedimentary profile from Clear Creek, Lake Erie shoreline, Ontario. Can. J. Earth Sci., 22(8): 1133–1136.

Beaulieu, G.T., **M.G. Skafel**, et W.F. Baird. 1984. Offshore breakwater, Wheatley, Ontario. Proc. 19th Coastal Engineering Conference, ASCE, pp. 1929–1939.

Beltaos, S. 1984. Study of river ice breakup using hydrometric station records. Proc. 3rd Workshop on Hydraulics of River Ice, Fredericton, N.B., pp. 41–59.

Beltaos, S. 1984. River ice breakup. Submitted to the Proc. of the IAHR Int. Ice Symp., Hambourg, Allemagne de l'Ouest.

Beltaos, S. 1984. A conceptual model of river ice breakup. Can. J. Civil Eng., 11(3): 516–529.

Beltaos, S. 1984. Discussion: Ice jams in shallow rivers with floodplain flow. Can. J. Civil Eng., 11(2): 370–371.

Beltaos, S. 1984. Closure: River ice jams: Theory, case studies and applications. ASCE.

Beltaos, S. 1984. Lecture notes on ice jams. Short course on river ice engineering, Fredericton, N.B.

Beltaos, S. 1984. Discussion: Analysis of breakup and ice jams in the Athabasca River at Fort McMurray, Alberta. Can. J. Civil Eng.

Beltaos, S. 1985. Ice freeze-up and breakup in the Lower Thames River: 1981–82 observations. Collection nº 85-05 de l'INRE.

Beltaos, S. 1985. Research on river ice jams and floods: Relevance of hydrometric measurements and need for additional data. Submitted for inclusion in the Proc. of Winter Discharge Measurement Techniques and Instrumentation Working Group, Peace River, Alberta.

Beltaos, S. 1985. Ice freeze-up and breakup in the lower Thames River 1982–83 observations. Collection nº 85-10 de l'INRE.

Beltaos, S. 1985. Discussion: Comparison of field data with theories of ice progressing in large rivers. Can. J. Civil Eng.

Beltaos, S., et **J. Wong.** 1984. Downstream transition of river ice jams. Collection nº 84-40 de l'INRE, ASCE.

Bishop, C.T. 1984. Floating breakwater feasibility at Confederation Basin, Kingston, Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-13, prepared for Small Craft Harbours, OR, DFO.

Bishop, C.T. 1984. Wave hindcast for the sinking of the Stanley Clipper, Long Point Bay, Lake Erie. Hydraulics Division Tech. Note 84-16.

Bishop, C.T. 1984. Lake Ontario wave hindcast for EPIRB experiments. Hydraulics Division Tech. Note 84-19, prepared for Canadian Coast Guard.

Bishop, C.T. 1984. Plans and specifications for a floating tire breakwater at Morch Marine, Belleville, Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-23, prepared for Small Craft Harbours, RO, MPO.

Bishop, C.T. 1985. Field assessment of floating tire breakwater. Proc. Floating Tire Breakwater Workshop, U.S. Army Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.

Bishop, C.T., et **M.A. Donelan.** 1985. Waves and wave forecasting. Submitted to the forthcoming Handbook of Engineering, ASCE, Technomic Publishing.

Bishop, C.T., J.T. Judge, et **M.G. Skafel.** 1985. Modelling wave overtopping of a Caisson Island. Proc. Canadian Coastal Conference 1985, CNRC.

Coakley, J.P. 1984. Comments on survey procedures for monitoring of bottom sediment changes in the vicinity of the Darlington Nuclear Generating Station, Lake Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-14, prepared for Ontario Hydro.

Coakley, J.P. 1984. Late Quaternary depositional environments in eastern Lake Erie. 27th Great Lakes Conference, Brock University.

Coakley, J.P. 1985. Evolution of Lake Erie based on the postglacial sedimentary record below the Long Point, Point Pelee and Pointe-aux-Pins forelands. Non publié. Thèse de Ph.D., University of Waterloo, 361 pp.

Coakley, J.P., and C.F.M. Lewis. 1985. Postglacial lake levels in the Erie Basin. Geol. Assoc. of Canada, Pap. 30, pp. 195–212.

Cooper, J. 1984. Evaluation report of Guildline model 9450 digital thermometer SN 51888. Hydraulics Division Tech. Note 84-30.

Desrosiers, R.J. 1984. Electro-optical performance review of a flume profiler fiber optic probe. Hydraulics Division Tech. Note 84-02.

Desrosiers, R.J. 1984. Water test method for transmittance sensors at NWRI. Hydraulics Division Tech. Note 84-12.

Desrosiers, R.J. 1984. Brief investigation of sensors used to measure suspended sediment. Hydraulics Division Tech. Note 84-15.

Desrosiers, R.J. 1985. Flow cytometry — a review of the technique with application to phytoplankton and bacteria. Collection nº 85-17 de l'INRE.

Desrosiers, R.J. 1985. Cytometer bibliography. Collection nº 85-18 de l'INRE.

DeZeeuw, C.N. 1985. General instructions for visitors working in the Hydraulics Laboratory/Instructions générales à l'intention des visiteurs qui viennent travailler au laboratoire de l'hydraulique.

Dick, T.M. 1984. Guidelines for the administration of the cost recovery policy in the Hydraulics Division, NWRI/Lignes directrices en vue de l'application de la politique de recouvrement des coûts à la Division de l'hydraulique, INRE.

Dick, T.M. 1984. Comments on science policy. Hydraulics Division Tech. Note 84-05.

Dick, T.M. 1985. Rivers, research and sediment. Collection nº 85-07 de l'INRE.

Dick, T.M., et **J. Marsalek.** 1985. Manhole head losses in drainage hydraulics. Presented at the 21st Congress of the IAHR, Melbourne, Australie.

Dolanjski, J. 1984. Operating instructions for the Biotech rain sampler.

Dolanjski, J. 1984. Handbook notes for the delay timer.

Dolanjski, J. 1984. Handbook notes for computer control AC outlets.

Dolanjski, J. 1984. Handbook notes for the data logger interrogator.

Donelan, M.A. 1985. Frequency and wave number spectra of wind-generated waves. Scripps Inst. Oceanogr. Advanced Lectures, Décembre 1983, Springer-Verlag.

Donelan, M.A. 1985. Mixing length model for gas transfer at the air-water interface. Scripps Inst. Oceanogr. Advanced Lectures, Décembre 1983, Springer-Verlag.

Donelan, M.A. 1985. Attenuation of laboratory "swell" in an adverse wind. Scripps Inst. Oceanogr. Advanced Lectures, Décembre 1983, Springer-Verlag.

Donelan, M.A., et W.J. Pierson. 1984. Bragg scattering and equilibrium ranges in wind-generated gravity waves — with application to scatterometry. Submitted to J. Geophys. Res. Oceans.

Donelan, M.A., R. Golus, et H.A. Panofsky. 1984. Comparison of bulk and direct methods for estimating fluxes and structure function constants over water. Submitted to J. Boundary Layer Meteorol.

Donelan, M.A., J. Hamilton, et W.H. Hui. 1985. Directional spectra of wind-generated waves. Phil. Trans. R. Soc. London A315, pp. 509–562.

Donelan, M.A., et W.J. Pierson, Jr. 1984. Does the scatterometer see wind speed or friction velocity? Paper in the preprint volume of the International Union of Radio Science Meeting: Frontiers of Remote Sensing of the Oceans and Troposphere from Air and Space Platforms, published in Proc. NASA Conference Pub. No. 2303.

Duncan, G.A. 1984. Particle Size Data Reports. Hydraulics Division Tech. Notes 84-20, 21, 22, 24, 25, 26.

Engel, P. 1984. Discussion: Bed shear from velocity profiles: A new approach. Submitted to J. Hydraul. Eng., ASCE.

Engel, P. 1985. Discussion: New approach to calibrating bedload samplers. Submitted to ASCE.

Engel, P., et **C.N. DeZeeuw.** 1984. The effect of Columbus type sounding weights on the performance of the Price current meter. Collection nº 84-30 de l'INRE.

Engel, P., et **C.N. DeZeeuw.** 1984. On the effect of changes in geometry and submerged weight of the Price meter rotor. Collection nº 84-24 de l'INRE.

Engel, P., et **B.G. Krishnappan.** 1984. Discussion: Flow resistance in large test channels. Accepted by J. Hydraul. Eng., ASCE.

Ford, J.S. 1984. Maximum speed for profiling. Hydraulics Division Tech. Note 84-11.

Ford, J.S. January 1984. The demonstration of a correction technique to improve spatial information for oxygen profiles. Rapport non publié de l'INRE.

Ford, J.S. 1984. An engineering proposal for a sonde to measure ice jam thickness. Hydraulics Division Tech. Note 84-09.

Ford, J.S. 1984. Prototype designs for surveys and measurements in an aquatic environment, 1982. NWRI Contribution No. 84-25/Prototypes d'appareils pour les études et mesures en milieu aquatique, 1982. Collection INRE 84-25.

Ford, J.S. 1984. Prototype designs for surveys and measurements in an aquatic environment, 1983. NWRI Contribution No. 85-01/Prototypes d'appareils pour les études et mesures en milieu aquatique, 1983. Collection INRE 85-01.

Ford, J.S. 1985. Operating procedures for solid state temperature logger MKI.

Ford, J.S. 1985. End point determination for a chemical titration using a micro computer. Hydraulics Division Tech. Note 85-04.

Ford, J.S. 1985. Progress report on the frazil ice recorder.

Ford, J.S., et M.A. Charlton. 1984. Microcomputer system for dissolved oxygen profiles. Submitted to the J. Atmosph. Ocean Technol.

Ford, J.S., et J. Dolanjski. 1984. A sonde for profiling having AC power and bidirectional microprocessor communication on a single circuit. Submitted to IEEE J. Oceanic Eng.

Ford, J.S., M. Pedrosa, et J. Dolanjski. 1984. A solid state logger for temperature. Collection nº 85-19 de l'INRE.

Heidt, J. 1984. Calibration of Thermarine recorders. Hydraulics Division Tech. Note 84-04.

Heidt, J. 1984. Method of measuring the towing tank rails. Rapport non publié de l'INRE.

Heidt, J. 1986. Pressure discharge curves for a Jacuzzi and a hydrometric pump. Hydraulics Division Tech. Note 86-02, préparé pour la Section de relevé des sédiments, DRE.

Iizuka, I., A. Freundorfer, W. Haras, **G. Tsang,** et D. Wilson. 1984. Measurement of saline ice thickness using a step frequency radar. Submitted to the J. Geophys.

Judge, J.T. 1983. Annotated bibliography on wave action at and around caisson retained artificial islands. Rapport à contrat non publié de l'INRE.

Judge, J.T. 1983. Wave action and overtopping spray for caisson retained artificial islands. Rapport à contrat non publié de l'INRE.

Judge, J.T. 1983. Annotated bibliography on overtopping spray for caisson retained artificial islands. Rapport à contrat non publié de l'INRE.

Judge, J.T. 1984.Caison retained islands overtopping and spray. Rapport à contrat non publié de l'INRE.

Judge, J.T. 1984. Wave action around caisson retained artificial islands. Rapport à contrat non publié de l'INRE.

Krishnappan, B.G. 1983. Dispersion of dredged spoil when dumped as a slug in deep water: the Krishnappan model. Proc. Workshop on Drilling Fluid Dispersion Models, Vol. 2, pp. 128–155.

Krishnappan, B.G. 1984. Stability of drainage ditch at Madawaska Mines tailing pond. Hydraulics Division Tech. Note 84-18. Préparé pour la Division des programmes fédéraux, SPE, RO.

Krishnappan, B.G. 1984. MOBED vs HEC-6: A comparative study. Collection nº 84-19 de l'INRE.

Krishnappan, B.G. 1985. Modelling of unsteady flows in alluvial streams. J. Hydraul. Eng., ASCE, 111(2): 257–266.

Krishnappan, B.G. 1985. Comparison of MOBED and HEC-6 river flow models. Can. J. Civil Eng., 12(3): 464–471.

Krishnappan, B.G. 1985. Laboratory verification on a mobile boundary unsteady flow model (MOBED). Paper submitted to the J. Hydraul. Res., IAHR.

Krishnappan, B.G. 1985. Prediction of sediment sorting using MOBED: Users manual update II. Collection nº 85-22 de l'INRE.

Krishnappan, B.G. 1985. Application of MOBED to Qu'Appelle River between Cravan and Pasqua Lake. Collection nº 85-20 de l'INRE.

Krishnappan, B.G., et Y.L. Lau. 1985. RIVMIX MK-II users manual. Rapport non publié de l'INRE.

Krishnappan, B.G., et Y.L. Lau. 1985. Turbulent modelling of floodplain flows. Paper submitted to the J. Hydraul. Eng., ASCE.

Lau, Y.L. 1985. Mixing coefficient for ice-covered and free-surface flows. Can. J. Civil Eng., 12(3): 521–526.

Lau, Y.L. 1985. Discussion: Low temperature effects on flow in sand-bed streams. Sera publié dans J. Hydraul. Eng., ASCE.

Lau, Y.L. 1985. Discussion on the determination of ripple geometry. Submitted to ASCE.

Lau, Y.L., et B.G. Krishnappan. 1984. River mixing — state-of-the-art report. Task Group on Mixing Processes in Rivers. CSCE Hydrotechnical Division Research Comm. CJCE, Vol. 11, pp. 585–609.

Lau, Y.L., et B.G. Krishnappan. 1985. Sediment transport under ice cover. J. Hydraul. Eng., ASCE, Vol. III, No. 6, pp. 934–950.

Lau, Y.L., et B.G. Krishnappan. 1985. Discussion: Transverse mixing in open channel flow. Sera publié dans J. Hydraul. Eng., ASCE.

Marsalek, J. 1984. Hydraulic tests of the Canron ductile iron grate. Hydraulics Division Tech. Note 84-10 prepared for Canron Inc.

Marsalek, J. 1984. Caractérisation du ruissellement de surface issu d'une zone urbaine commerciale. Sciences et Techniques de l'Eau, 17(2): 163–167.

Marsalek, J. 1984. Urban Runoff Peak Frequency Curves. Nord. Hydrol., 15: 85–102.

Marsalek, J. 1984. Temporal distribution of design storm rainfall. J. Water Sci. Technol., ASCE, 16: 167–175.

Marsalek, J. 1984. Head losses at sewer junction manholes. J. Hydraul. Eng., ASCE, 110(8): 1150–1154.

Marsalek, J. 1984. Laboratory investigations of road drainage structures. Collection nº 84-35 de l'INRE. Préparé pour le ministère des transports et des communications.

Marsalek, J. 1985. Head losses at selected sewer junction manholes. Collection nº 85-15 de l'INRE.

Marsalek, J. 1985. Toxic contaminants in urban runoff: A case study. To be published in the Proc. of the NATO Workshop on Urban Runoff Pollution.

Marsalek, J., et G. Patry. 1984. Urban design floods. A report to the Editors of the Canadian Flood Guide.

Marsalek, J., et H.O. Schroeter. 1984. Loadings of selected toxic substances in the Canadian Great Lakes Basin. Prepared under the Great Lakes Water Quality Program.

Marsalek, J., et W.E. Watt. 1984. Design storms for urban drainage design. Can. J. Civil Eng., 11(3): 574–584. 1984.

Marsalek, J., U. Panu, et **H.Y.F. Ng.** 1985. Investigations of urban runoff in St. John's Newfoundland. A report to the Technical Committee for the Waterford River Basin Study.

Miles, K., et **N.A. Rukavina.** 1984. System user's manual for nearshore data file. Rapport non publié de l'INRE.

Mudroch, A., **A.J. Zeman,** et L.L. Kalas. 1982. Calcium carbohate in postglacial Lake Erie Sediment. J. Great Lakes Res., 8(4): 711–718.

Ng, H.Y.F. 1984. Energy losses at junction manholes with a lateral. Collection nº 85-14 de l'INRE.

Ng, H.Y.F. 1985. Direct contribution of rainwater to loading of urban storm runoff. Collection nº 85-11 de l'INRE.

Ng, H.Y.F., et **J. Marsalek.** 1984. Effects of rainwater composition on urban runoff quality. Canadian Hydrology Symp., Laval University, Quebec.

Pedrosa, M. 1984. Handbook notes for frazil instrument.

Pedrosa, M. 1985. Groundwater microflowmeter. Rapport non publié de l'INRE (diffusion limitée).

Peer, L. 1985. Quality assurance program manual for MANTEC calibration unit (diffusion limitée).

Pierson, Jr, W.J., W.B. Sylvester, et **M.A. Donelan.** 1985. Aspects of the determination of winds by means of scatterometry and of the utilization of vector wind data for meteorological forecasts. J. Geophys. Res. Oceans.

Pinchin, B.M., C.A. Fleming, **M.G. Skafel,** et D. Aubrey. 1985. Comparison of measured with computed offshore to onshore transformations of directional wave spectra at Pointe-Sapin, N.B. Canadian Coastal Sediment Study. Proc. Canadian Coastal Conference, 1985, CNRC.

Roy, F.E. 1984. Program for industry-laboratory projects (PILP) activities at NWRI. Collection nº 84-51 de l'INRE.

Roy, F.E. 1985. Computer aided engineering/computer aided design. Collection nº 85-06 de l'INRE.

Roy, F.E., et **H.A. Savile.** 1985. Handbook notes for under-ice drifter buoy.

Rukavina, N.A. 1985. Manual on the field use of a portable computer terminal. Rapport non publié de l'INRE.

Rukavina, N.A. 1985. Operations guide Lac St-Louis bottom sediment survey. Hydraulics Division Tech. Note 85-05. Préparé pour la DGEI, RO.

Rukavina, N.A. 1985. Operations guide — St. Clair River Sounding Survey. Hydraulics Division Tech. Note 85-09, prepared for UGLCC.

Rukavina, N.A. 1985. Preliminary results — thickness measurements of Lake St. Clair sediments by echo sounding. Hydraulics Division Tech. Note 85-08, prepared for APSD, NWRI.

Rukavina, N.A. 1986. Lac St-Louis bottom types — CHS labels. Hydraulics Division Tech. Note 86-01, prepared for Can. Hydrographic Service, QR.

Rukavina, N.A., et **A.J. Zeman.** 1985. Erosion and sedimentation along a cohesive shoreline — the north-central shore of Lake Erie. Submitted to the J. Great Lakes Res.

Salisbury, K. 1984–85. Particle size data reports. Hydraulics Division Tech. Notes 84-27, 28, 85-02, 03 A to K.

Schwab, D.J., J.R. Bennett, P.C. Liu, et **M.A. Donelan.** 1984. Application of a simple numerical wave prediction model to Lake Erie. GLERL Contribution No. 382, J. Geophys. Res., Vol. 89, C3, pp. 3586–3592.

Skafel, M.G. 1984. Offshore wind and wave data, 1983, Pointe-Sapin, New Brunswick, CCIW wave direction buoy. Submitted to the Canadian Coastal Study.

Skafel, M.G. 1984. Shore protection for the North Berm, CCIW. Hydraulics Division Tech. Note 84-29.

Skafel, M.G. 1985. Offshore wind and wave data, 1984, Stanhope Beach, P.E.I. CCIW wave direction buoy. Collection nº 85-03 de l'INRE.

Skafel, M.G. 1985. Wave forces on submarine pipelines: A review. Report funded in part by the Panel on Energy Research and Development (PERD), Marine Engineering Committee, Project No. 6.2.3.07. Collection nº 85-135 de l'INRE.

Skafel, M.G. 1985. Shoreline evolution models annotated bibliography. Collection nº 85-137 de l'INRE.

Skafel, M.G., et C.T. Bishop. 1984. Entrance configuration, Grand Bend, Ontario. Hydraulics Division Tech. Note 84-08, prepared for Small Craft Harbours, RO, MPO.

Skafel, M.G., et B.G. Krishnappan. 1984. Suspended sediment distribution in wave field. ASCE J. Waterw. Port Coastal Ocean Eng., 110(2): 215–230.

Skafel, M.G., C.T. Bishop, et J.P. Coakley. 1985. Shore protection alternatives for the Marentette drainage scheme. Hydraulics Division Tech. Note 85-06, préparé pour Agriculture Canada et Parcs Canada, MDE.

Skafel, M.G., J.T. Judge, et C.T. Bishop. 1984. Wave field around caisson retained artificial islands. Proc. Canadian Coastal Conference 1985, CNRC.

Tsang, G. 1984. An instrument for measuring frazil concentration. J. Cold Regions Sci. Technol., 10: 235–249.

Tsang, G. 1984. Modelling criteria for bubble plumes — a theoretical approach. Can. J. Civil Eng., 11: 293–298.

Tsang, G. 1984. Concentration of frazil in flowing water as measured in the laboratory and in the field. Proc. IAHR Ice Symp.

Tsang, G. 1985. Frazil measured in the laboratory and in the field. Submitted to the J. Nord. Hydrol.

Tsang, G. 1985. Lachine Rapids ice study — measurement and analysis. Rapport préliminaire préparé pour Hydro-Québec.

Tsang, G., et T. Hanley. 1985. Frazil formation in water of different salinities and supercoolings. J. Glaciol. 31(108): 74–85.

Veldmanis, J. 1985. A feasibility proposal for measuring the efficiency of the Annapolis Power Station. Hydraulics Division Tech. Note 85-01, prepared for Energy Development Section, WP&M, Ottawa.

Wong, J., et S. Beltaos. 1985. Preliminary study of grounded ice accumulation. Collection nº 85-09 de l'INRE.

Wong, J., S. Beltaos, et B.G. Krishnappan. 1984. Seepage flow through simulated grounded ice jam. Submitted to the Can. J. Civil Eng. for presentation as a Technical Note.

Wong, J., S. Beltaos, et B.G. Krishnappan. 1984. Laboratory tests on surges created by ice jam releases. Submitted to the Can. J. Civil Eng. for presentation as a Technical Note.

Zeman, A.J. 1984. Laboratory test of sediment erodibility. Part 1. Equipment, theory, and calibration. Collection nº 85-04 de l'INRE.

Zeman, A.J. 1984. Review of Port Granby. Hydraulics Division Tech. Note 84-17, préparé pour la Division des programmes fédéraux, SPE.

La Direction du Pacifique et du Yukon, Institut national de recherche sur les eaux, s'occupe de la recherche limnologique et de la gestion de l'eau pour le ministère de l'Environnement en Colombie-Britannique et dans le Territoire du Yukon. Créée en 1971, la Direction fait de la recherche fondamentale et appliquée pour déterminer la sensibilité écologique et la réponse des lacs et des cours d'eau de la région à la pollution par les éléments nutritifs, à la contamination par des biocides et à la construction de grands barrages hydroélectriques et d'ouvrages de dérivation. Les connaissances limnologiques classiques sont peu applicables à la résolution des problèmes de gestion de l'eau dans la région. Au contraire de ce qu'on trouve dans les réseaux de lacs des Prairies ou du Bouclier canadien, la plupart des lacs de la Colombie-Britannique et du Yukon sont allongés, étroits et profonds ainsi que fortement influencés par les écoulements fluviaux et des fluctuations saisonnières marquées.

Depuis toujours, le programme de recherches de la Direction est constitué d'une combinaison de projets interdisciplinaires à moyen terme qui portent sur les effets généraux de la mise en valeur (p.ex., eutrophisation, ouvrages de retenue) sur des réseaux typiques de lacs ou de lacs et de cours d'eau, et de projets de recherche appliquée à court terme axés sur le développement de stratégies de rétablissement dans des régions précises. Cependant, il a été décidé en 1983 de démembrer les directions régionales de l'INRE et de regrouper le personnel dans un centre de recherche intégré à Saskatoon (Saskatchewan). L'Institut national de recherches en hydrologie doit ouvrir ses portes en avril 1986. Bref, l'accent est mis dans les programmes sur la poursuite des projets en cours avant le déménagement et sur les travaux connexes. Ce sont la recherche sur l'eutrophisation des cours d'eau dans la partie centrale de la Colombie-Britannique, des études limnologiques dans les lacs d'amont du fleuve Yukon et des stratégies de rétablissement de lacs eutrophes du sud de la Colombie-Britannique.

LACS MÉRIDIONAUX

Rivière Thompson. Le projet de recherches conjointes entrepris avec la Weyerhaeuser Canada Ltd s'est poursuivi en 1984-1985 et en 1985-1986. Les goulottes multiples à écoulement continu pour les études du périphyton ont été construites juste à côté de la rivière South Thompson à Chase (C.-B.). Grâce à la roulotte qui sert de laboratoire, l'installation a permis la tenue d'expériences à longueur d'année sur les taux d'accumulation et la physiologie du périphyton. Dans un cas, on tentait de détecter dans la photosynthèse du périphyton des variations liées à la saison et la réponse au phosphore, un élément nutritif limitatif de la croissance. Six expériences supplémentaires ont été complétées; elles portaient sur l'examen de la cynétique de la croissance de communautés algaires attachées sous l'influence de rapports variables N:P et de régimes de variations du P. L'action UV de la lumière naturelle sur la productivité du périphyton a aussi été mesurée. Les résultats de ces expériences sont actuellement analysés et feront l'objet d'une publication. La dynamique de la colonisation à court terme par des algues du périphyton a été étudiée dans des goulottes éclairées et sombres où l'eau circulait rapidement. Des différences significatives dans la biomasse du périphyton, dans la production de chlorophylle *a* et dans la taxonomie des algues ont été observées entre les deux goulottes parallèles en moins de 24 heures. Les expériences qui commençaient à la tombée de la nuit montraient que le taux d'immigration des algues durant la nuit était semblable dans les deux goulottes. Mais à moins de 4.5 heures de l'aube, certaines espèces de diatomées, tout particulièrement *Hanneae arcus* (Ehr.) Patr. et *Diatoma tenue* Ag., émigraient de manière sélective de la goulotte sombre tandis que les populations correspondantes restaient fixées dans la goulotte éclairée. Avec les espèces qui se fixent le mieux, notamment *Achnanthes minutissima*, il fallait deux périodes d'obscurité avant qu'une émigration importante ne soit observée. Les résultats d'expériences d'inversion des substrats et les données sur les taux de perte des cellules neutres colorées en rouge semblent indiquer que le mécanisme (ou les mécanismes) d'émigration différentielle rapide des micro-organismes quittant la goulotte à l'obscurité inclue peut-être un processus actif qui serait associé à des variations de la flottabilité des micro-organismes lors de la perturbation des cycles naturels d'éclairement et d'obscurité.

Une autre installation plus petite a été construite tout à côté de la rivière Thompson à la fabrique de pâte à papier de la Weyerhaeuser Canada Ltd à Kamloops (C.-B.). Ainsi sera-t-il possible d'évaluer directement les effets de l'effluent de la fabrique kraft sur les taux de croissance et la physiologie du périphyton. Deux essais préliminaires ont été effectués en octobre 1985 et au printemps 1986, ce qui correspond aux périodes d'accumulation la plus nuisible du périphyton dans la rivière, en aval de la fabrique. (*Bothwell, Jasper, Bolin, Suzuki, Daley*)

Lac Wood. On a cherché à trouver dans les données provenant d'une chaîne de thermistances déployée dans le lac Wood de la vallée de l'Okanagan, la preuve de l'existence d'ondes internes. Il a été trouvé que des ondes du premier et du deuxième mode baroclines dominaient les oscillations de la structure thermique du lac. Le lac répondait à une période de vent en donnant naissance à une onde stationnaire du premier mode, suivie d'une deuxième alors que l'onde initiale était atténuée. Étant donné que la période du deuxième mode s'approche de celle des vents diurnes, on pense qu'un effet de résonnance est responsable du maintien des oscillations du deuxième mode même si on a observé des courants faibles associés à des mouvements du deuxième mode. (*Wiegand*)

Lac Kootenay. Les données produites pendant deux ans par une chaîne de thermistances déployée dans le lac Kootenay ont également été étudiées pour y trouver les signes d'ondes internes. Des ondes stationnaires internes dominaient la structure thermique du lac et les lames internes, d'après les données, constituaient un événement extraordinaire. Les périodes des membres dominants du champ d'ondes internes étaient déterminées principalement par la morphométrie, mais avec des variations saisonnières liées à la stratification. Le vent, à l'origine des ondes stationnaires internes, modifie également la stratification. Dans un vaste lac de la taille du lac Kootenay, la stratification varie non seulement dans l'espace, mais aussi à des échelles temporelles semblables à celles des ondes stationnaires internes. C'est pourquoi la forme et la fréquence des ondes peut varier à mesure que les ondes se propagent dans le lac. (*Wiegand, Carmack*)

LACS SEPTENTRIONAUX

Fleuve Yukon et lac Laberge. Les grands lacs et cours d'eau du nord du Canada ont un passé riche. Ils ont servi de routes pour les explorateurs et les commercants; ils ont joué un rôle important dans la mise en valeur économique du Nord. Leur importance en tant que ressource n'a pas diminué puisqu'ils peuvent servir de réservoirs d'eau, notamment pour la production d'électricité. La figure 28 montre un scénario axé sur le rôle central de l'eau dans la mise en valeur sociale et économique du Nord.

Une étude a été effectuée conjointement avec la Direction des ressources en eau sur le cycle saisonnier des glaces dans le fleuve Yukon et le lac Laberge, au cours des hivers de 1984 à 1986. On y a mesuré la température de l'eau, l'accumulation et l'épaisseur de la glace, la couverture de neige, la formation et l'accumulation de frasil sous la glace et la décomposition des barrages de frasil. On a fait l'étude des coupes transversales sur les facteurs de conductivité de température et de profondeur en travers du lac et en aval. Des amarrages sous la glace ont enregistré la température, la vitesse et la direction des courants. Des mesures détaillées de la vitesse du courant dans le fleuve ont été prises à travers la glace. Plusieurs rapports sur cette question sont presque terminés. (*Carmack, Alford, Marles, Chamberlain*)

On analyse les données du lac Laberge pour voir s'il y a des signes d'ondes internes. On tente de définir le champ d'ondes internes de manière statistique et de décrire quelles sont ses interactions dynamiques saisonnières avec la partie en amont du fleuve. (*Wiegand*)

Les résultats du programme d'échantillonnage biologique et chimique des lac Atlin, Tagish, Marsh et Laberge ont été analysés. Les concentrations en éléments nutritifs sont très faibles, ainsi que la biomasse zooplanctonique et algaire, ce qui indique que les lacs sont ultra-oligotrophes. Certains facteurs physiques (température, taux de renouvellement, turbidité et brassage) ont des effets prononcés sur la chimie et la biologie de ces lacs. Avec des temps de séjour dans les lacs qui varient de deux ordres de grandeur, et avec le fleuve Yukon qui constitue la principale voie de transport de l'eau (jusqu'à 97 % de l'alimentation du lac Marsh), ce chapelet de lacs est précieux pour les modélisateurs des réservoirs dans le nord de la province. Le lac Marsh constitue un exemple particulièrement intéressant d'un lac septentrional, peu profond et au renouvellement rapide qui a des caractéristiques inhabituelles de réchauffement.

Les concentrations de phosphore sont très faibles (<5 ppM). Les particules constituent la forme principale du phosphore total (61 % du total au cours de la saison de croissance); sous cette forme, le phosphore est associé aux sédiments repris en suspension dans le fleuve. La recherche sur la biodisponibilité du phosphore sous cette forme est maintenant en cours. En moyenne, la teneur en azote au cours de la saison des croissance reste faible (76 ppM), mais la teneur moyenne en nitrates reste toujours au-dessus du seuil de détection tout au long de la saison de croissance.

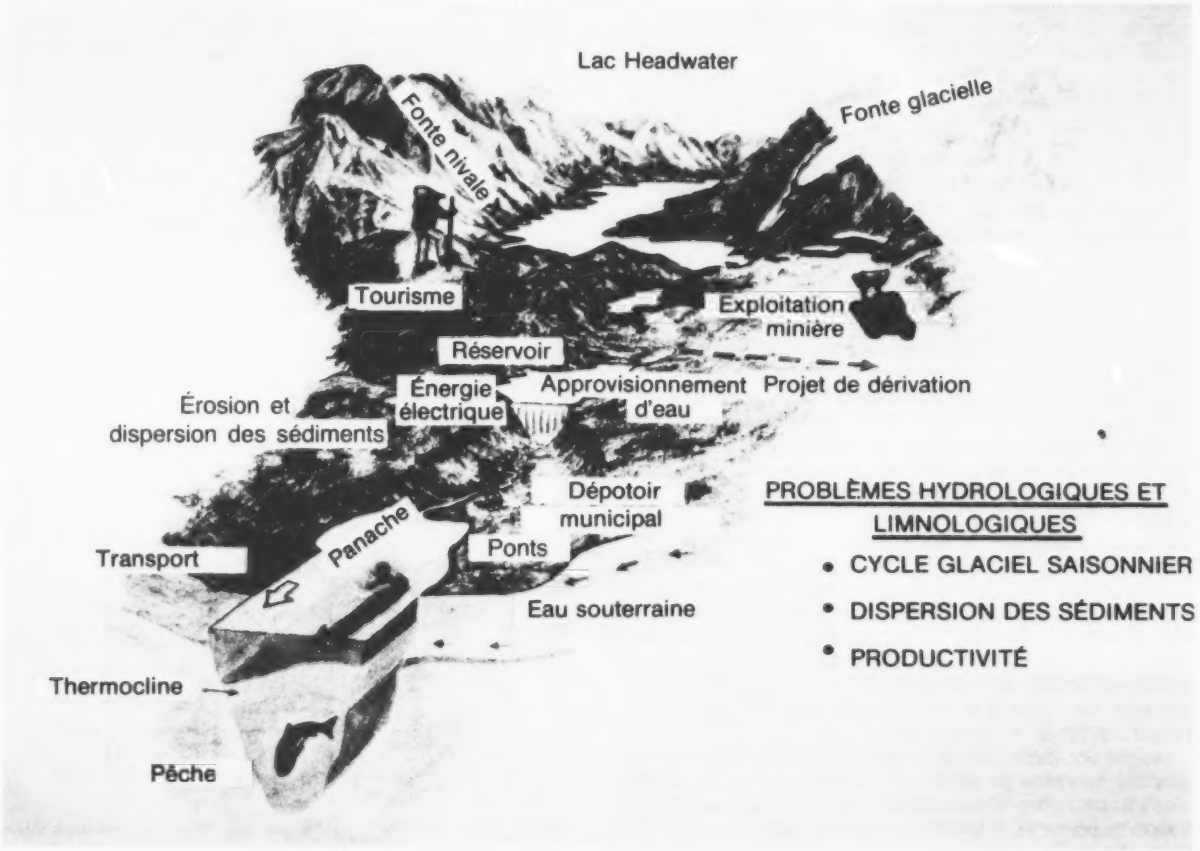


Figure 28. Problèmes hydrologiques et limnologiques.

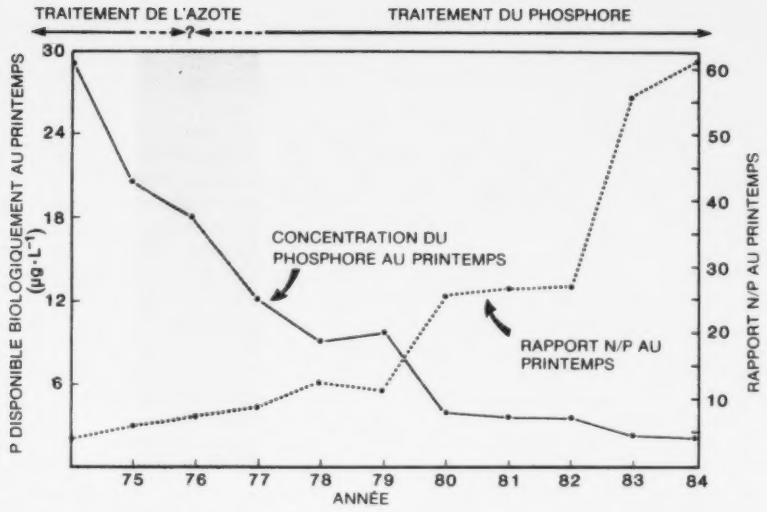


Figure 29. Concentrations printanières du phosphore PRS et rapports N : P inorganiques dans le lac Kootenay (C.-B.), 1974 à 1984.

Il y a très peu de biomasse algaire et les assemblages d'algues sont dominés par les chrysophytes et les cryptophytes. Il y a aussi très peu de biomasse zooplanctonique, beaucoup moins que ce qui a été rapporté dans des lacs de moindre importance au Yukon. Il y avait une corrélation statistiquement significative entre l'azote total, mais non pas le phosphore total, et la moyenne sur la saison de croissance de la biomasse zooplanctonique; peut-être cela témoigne-t-il de l'incorporation de l'azote dans des protéines zooplanctoniques. (*Kirkland, Gray*)

RÉTABLISSEMENT DES LACS

Lac Kootenay. Bon nombre de lacs importants pour les pêches et la récréation dans le sud de la Colombie-Britannique se sont eutrophiés par enrichissement en éléments nutritifs, un processus souvent compliqué par la construction d'ouvrages de retenue hydroélectriques en amont. L'un des principaux réseaux d'entremont est celui du lac Kootenay dans la partie sud-est de la Colombie-Britannique. Une importante étude tenue au milieu des années 1970 par cette Direction a décrit les effets sur le lac de la pollution par le phosphore et de l'élimination ultérieure de cet élément. Dans le rapport, les chercheurs faisaient une mise en garde : les effets combinés de l'élimination des éléments nutritifs et les travaux de retenue en amont pouvaient conduire à un appauvrissement du lac à un point tel que la productivité des pêches en souffrirait beaucoup. Des données récentes de la Direction des pêches de la Colombie-Britannique (1983-1985) semblent indiquer que les populations de kokani et de truite arc-en-ciel sont effectivement en déclin. Par conséquent, un nouvel examen en profondeur des données déjà accumulées sur les éléments nutritifs, le phytoplancton et le zooplancton a été entrepris afin d'établir le lien entre l'appauvrissement en éléments nutritifs et la productivité des pêches.

Malgré une diminution de grandeur de l'ordre de 10 dans la quantité moyenne de phosphore contenue dans la colonne d'eau au cours des 10 dernières années (figure 29), la concentration moyenne en chlorophylle a diminué de seulement 20 à 50 % (figure 30). En outre, les récoltes moyennes annuelles en biomasse de zooplancton herbivore et de *Mysis relicta*, un prédateur invertébré introduit, n'ont pas, non plus, montré de

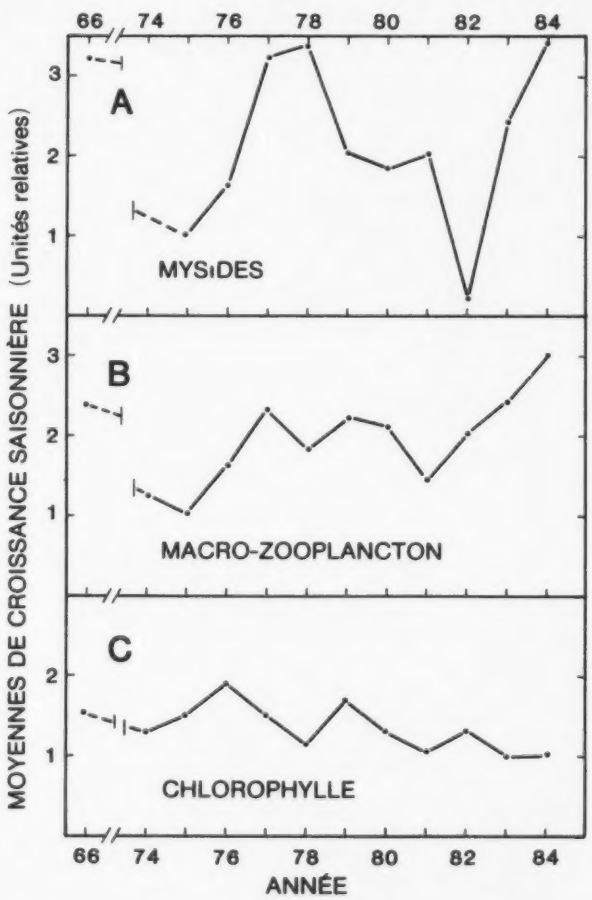


Figure 30. Changement relatifs des moyennes de croissance saisonnière des mysides (A), des macro-zooplanctons (B) et de chlorophylle algaire (C) dans le lac Kootenay (C.-B.), 1966 à 1984.

tendance à la baisse malgré des variations (figure 30). L'apparente inexistence d'une réponse biologique à la réduction de la quantité de phosphore s'explique en partie par des changements des rapports N:P. Au plus fort de la pollution par le P, les rapports N:P étaient inférieurs à 1 et la biomasse du phytoplancton dépendait largement de N. Ainsi, d'importantes diminutions de P étaient nécessaires pour ramener les rapports printaniers N:P au-dessus de 10, le niveau où P pouvait à nouveau exercer le contrôle. Cela ne s'est pas produit avant le début de 1980. Deuxièmement, il semble, par des preuves indirectes, que l'efficacité du recyclage épilimnétique du phosphore s'est accrue depuis que les concentrations printanières de P ont diminué, de sorte que la productivité au cours de la saison de croissance est restée essentiellement sous le contrôle de N, même sous un rapport N:P élevé. Dans ces conditions, un déclin important du stock actuel du zooplancton n'est pas attendu. Ainsi, si l'appauvrissement des stocks de poisson est confirmé, il ne peut être attribué directement à un déclin général de productivité du lac. Des propositions de fertilisation du lac, à long terme, à grande échelle et par voie aérienne ont été rejetées car elles sont trop osées et trop coûteuses. (*Daley, Gray*)

Lac Wood. Les sources de phosphore réactif soluble (PRS) et d'azote inorganique dissous (AID) qui alimentent la zone d'éclairement du lac Wood durant la saison de croissance ont été évaluées au moyen d'une nouvelle méthode de calcul du bilan. La charge exogène (fluviale, atmosphérique, souterraine) et le flux hypolimnétique ont été comparés à la charge initiale durant quatre intervalles au cours de la saison de croissance (figure 31). La charge de départ était la quantité de PRS ou de AID contenue dans la zone d'éclairement au commencement de chaque intervalle. Cette analyse met en relief la dominance exercée par la charge de départ au printemps et celle du flux hypolimnétique à la fin de l'été et à l'automne. L'analyse a été commode du point de vue de la gestion de l'eau parce qu'elle a permis de montrer que la prolifération d'algues bleues au milieu de l'été dépendait de la charge de départ en PRS au début de l'été. Cet élément pourrait être réduit considérablement si les diatomés du printemps pouvaient absorber davantage de PRS, ce qui assurerait le transfert du phosphore jusque dans l'hypolimnion. Il a été recommandé d'ajouter du nitrate pour encourager la prolifération printanière. (*Gray, Kirkland*)

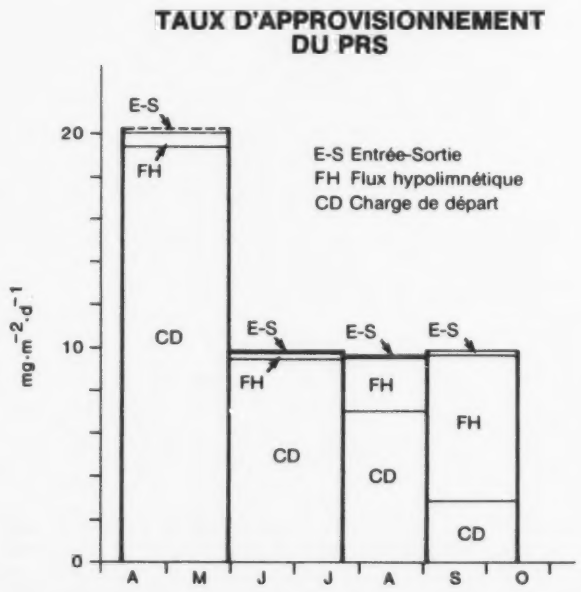


Figure 31. **Taux quotidien d'approvisionnement régional en phosphore réactif soluble dans la zone d'éclairement du lac Wood (C.-B.).**

CONSEILS À LA DIRECTION

Au cours des deux dernières années, les chercheurs de la Direction ont fourni des conseils et de l'information technique aux organismes suivants :

a) ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Direction des pêches, sur la faisabilité de la fertilisation du lac Kootenay et sur l'état limnologique du lac
b) Colombie-Britannique, ministère de l'Environnement, Direction de la gestion des eaux, sur les objectifs pour la charge dans six lacs de la vallée de l'Okanagan, avec l'utilisation d'un modèle mis au point par B. Kenny, INRE, Direction de l'Ouest et du Nord
c) Colombie-Britannique, ministère de l'Environnement, Direction de la gestion des eaux, sur l'évaluation de l'efficacité d'un traitement au chlorure de fer du lac Wood pour diminuer la consommation en phosphate
d) Colombie-Britannique, ministère de l'Environnement, Direction de la gestion des eaux, sur un calendrier de surveillance et le choix des paramètres pour un modèle visant à déterminer la réponse du lac Skaha à différentes options de traitement des égouts
e) Service de protection de l'Environnement, sur l'impact limnologique du charbonnage de la mine à ciel ouvert de Quinsam sur l'Île Vancouver
f) Service de protection de l'Environnement et le MAIN sur les résultats d'une reconnaissance sur les effets en aval de l'effluent émis par la station d'épuration des eaux d'égout de la ville de Whitehorse. Il a été jugé qu'une épuration tertiaire n'était pas encore nécessaire.

Les chercheurs de la Direction ont aussi revu des articles et des projets de recherche et participé à des comités d'examen de thèses.

LISTE DU PERSONNEL*

Directeur — R.J. Daley
Chef de bureau — S.E. Roberts

Chercheurs

M.L. Bothwell	limnologie biologique
E.C. Carmack	limnologie physique
C.H. Pharo	limnologie géophysique
C.B.J. Gray	limnologie chimique
S. Jasper	limnologie biologique
R.A. Kirkland	limnologie chimique
R.C. Wiegand	limnologie physique

Techniciens

V.A. Chamberlain
E.W. Marles
K.E. Suzuki

* Par suite du déménagement de la Direction à Saskatoon, la liste des diplômes du personnel n'a pu être obtenue à temps pour la publication.

COMITÉS DONT FAIT PARTIE LE PERSONNEL DE LA RÉGION

C.H. Pharo

Président — Comité régional de la santé et la sécurité de la DGEI

Comité de la sécurité de la plongée du MDE

Secrétaire — Comité d'étude internationale de Flathead, CMI

R.C. Wiegand

Comité régional des utilisateurs des systèmes informatiques

PUBLICATIONS

Alford, M., et **E.C. Carmack.** 1986. Observations sur le manteau glaciel et le débit du fleuve Yukon près de Whitehorse, 1983-1984. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 152, Série scientifique. Sous presse.

Alford, M., et **E.C. Carmack.** 1986. Observations sur le manteau glaciel et le débit du fleuve Yukon près de Whitehorse, 1984-1985. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 155, Série scientifique. Sous presse.

Alford, M., **E. Marles**, et **E.C. Carmack**. 1985. An open terrain sled for use on ice-covered lakes. Rapport régional de la DGEI, Vancouver, B.C., 8 pp.

Bothwell, M.L. 1985. Phosphorus limitation of lotic pheriphyton growth rates: An intersite comparison using continuous-flow troughs (Thompson River System, B.C.). Limnol. Oceanogr., 30:527–542.

Carmack, E.C. 1986. Circulation and mixing in ice-covered waters. Dans *Air-Sea-Ice Interaction*, Préparé par N.J. Untersteinter, NATO Advanced Studies Institute Series, Plenum.

Carmack, E.C., et **M. Alford.** 1985. Factors leading to a mild breakup of the Yukon River near Fort Selkirk. Rapport régional de la DGEI, Vancouver, B.C.

Carmack, E., et **M. Alford.** 1985. Preliminary results of studies on the mid-winter streamflow and ice regime of the Thirty Mile Reach of the Yukon River: Observations in 1985. Rapport régional de la DGEI, Vancouver, B.C.

Carmack, E.C., **R.C. Wiegand**, **C.B. Gray**, **R.J. Daley**, **C.H. Pharo**, et **S. Jasper.** 1986. Mechanisms influencing the circulation and distribution of water masses in a medium residence-time lake. Limnol. Oceanogr. Sous presse.

Carmack, E.C., **R.C. Wiegand**, **E.W. Marles**, **M. Alford**, et **V.A. Chamberlain**. 1986. Limnologie physique d'un lac traversé par un courant fluvial et couvert de glace : le lac Laberge au Yukon. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 157, Série scientifique. Sous presse.

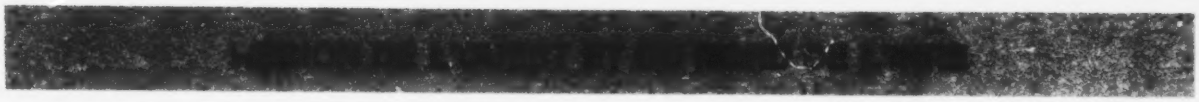
Jasper, S., **M.L. Bothwell**, et R. Mitchell. 1984. A multiple trough apparatus for year-round studies of periphyton. Rapport régional de la DGEI, Vancouver, B.C., 16 pp.

Kirkland, R.A., et **C.B. Gray**. 1986. Caractéristiques chimiques et biologiques de quatre grands lacs du bassin du fleuve Yukon. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 153, Série scientifique. Sous presse.

Marles, E.W. 1985. Techniques de levés limnologiques à l'aide de petits aéronefs. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 139, Collection des rapports techniques, 33 p.

Wiegand, R.C., et **E.C. Carmack**. 1986. The climatology of internal waves in a deep temperate lake. J. Geophys. Res. Sous presse.

Wiegand, R.D., et **V.A. Chamberlain**. 1986. Internal waves of the second vertical mode in a stratified lake. Limnol. Oceanogr. Sous presse.



Cette Direction régionale satisfait aux besoins en recherches dans la région que forment les trois provinces des Prairies et les Territoires du Nord-Ouest. Avec le développement économique de l'ouest du Canada et avec la qualité généralement mauvaise de l'eau dans un grand nombre de localités des Prairies, on assiste actuellement à un regain d'attention à l'endroit des déséquilibres chronologiques de l'offre et de la demande en eau dans cette région. L'expansion éventuelle de l'agriculture en terres irriguées et de l'aridoculture, l'augmentation de la demande dans le domaine des dérivations d'eau et l'essor constant des industries axées sur les ressources et des complexes industriels connexes, soulèvent de grandes préoccupations quant à l'approvisionnement en eau et à l'éventualité de la présence de substances chimiques toxiques dans les réseaux hydrographiques de l'Ouest. De plus, la possibilité de lancement de mégaprojets dans le bassin hydrographique du fleuve Mackenzie suscite une certaine inquiétude sur l'avenir des réseaux hydrographiques septentrionaux. Cette situation survient à une époque où le gouvernement fédéral fait siens les principes d'un développement soutenu qui ne met pas en péril la stabilité écologique.

Pendant l'année écoulée, l'attention a été centrée sur les rivières et les lacs de la vallée de la rivière Qu'Appelle (Saskatchewan), le lac Southern Indian et ses réservoirs associés (Nord du Manitoba), ainsi que sur les réseaux hydrographiques de la rivière Saskatchewan et du fleuve Mackenzie. Les activités de la Direction régionale ont été réparties entre les préoccupations d'ordre pratique que posent les substances toxiques et la connaissance fondamentale du comportement des éléments nutritifs et des polluants dans les rivières et les lacs des Prairies. Cet amalgame d'activités de recherches vise un double objectif : apporter une réponse appropriée aux préoccupations régionales et engendrer un accroissement des connaissances nécessaires pour atteindre les objectifs à long terme du MDE dans cette région.

SUBSTANCES TOXIQUES

Étude du fleuve Mackenzie. Des plaintes à l'effet d'une dégradation du stock de poissons parallèlement à une activité minière accrue et à la mise en valeur des hydrocarbures dans le bassin hydrographique du fleuve Mackenzie, ont conduit à une demande d'une évaluation scientifique des voies organiques et inorganiques de pollution dans le fleuve Mackenzie. En 1985, un programme synoptique d'échantillonnage a été mené à terme alors que le fleuve avait son débit d'été; un programme d'échantillonnage sous un débit élevé est prévu pour juillet 1986. Le bureau des programmes des T.N.-O., l'INRE-Winnipeg et la Division des polluants de l'environnement de l'INRE-CCEI ont conjointement réalisé l'étude. (*Ongley*)

Étude du bassin de la Saskatchewan : Rivière Saskatchewan-Nord. La méthodologie et les techniques mises au point pour le projet du lac Tobin ont été appliquées à la rivière Saskatchewan-Nord pour y étudier les voies de pénétration, le sort et les effets écologiques des polluants dans les réseaux hydrographiques des rivières dans les Prairies. L'objectif de l'étude était la mise au point de méthodes rationnelles et économiques pour évaluer l'impact des substances toxiques de la façon suivante : 1) déterminer la présence et l'importance des substances toxiques dans des échantillons d'eau et de sédiments (sédiments et matières en suspension) à certaines stations de la rivière Saskatchewan-Nord au moyen de bioessais avec des bactéries et des nématodes, et surveiller la réponse des communautés benthiques; 2) évaluer les processus biogéochimiques qui participent à la décomposition dans le temps et dans l'espace de certains polluants organiques à mesure que la rivière s'épure en aval; 3) déterminer la contribution respective des sources locales et diffuses de contamination des systèmes aquatiques et évaluer l'effet du régime hydraulique sur le transport des polluants portés dans l'eau ou liés aux sédiments; 4) évaluer les effets écologiques de certains polluants organiques sur les organismes benthiques. La détermination sur le terrain du stress chimique ressenti par les organismes benthiques (écotoxicologie) peut se révéler un instrument mieux adapté à l'évaluation des effets écologiques que les essais bactériens ou avec d'autres normes d'évaluation de la toxicité qui ne sont pas représentatives des réseaux hydrographiques des Prairies.

La rivière a été divisée en neuf segments à peu près équivalents qui sont représentatifs des sources locales, des affluents et des stations de surveillance existantes. Dans chaque bief, on a prélevé des échantillons répétitifs de l'eau, des matières en suspension et lorsque c'était possible, des sédiments. L'échantillonnage a eu lieu en débit d'étiage en août 1983 et en débit élevé, en juin 1984.

Les données sur les variables mesurées durant l'étiage à l'été de 1983 (données physiques, sur les éléments nutritifs et sur les métaux) ont paru dans un rapport provisoire (Ongley, 1984). Le rapport à la fin de l'année sur le programme de gestion des substances chimiques toxiques (Ongley et coll., 1985) contiendra les données du printemps 1984, plus certains résultats d'essais de chimie organique, ainsi que des résultats comparatifs des bioessais avec nématodes contenus dans l'eau par opposition à ceux contenus dans les matières en suspension, et enfin de listes d'espèces trouvées à différentes stations.

Le programme s'applique d'une manière générale à la gestion des produits chimiques toxiques, tant sur le plan des méthodes de détection dans le milieu que dans les méthodologies de dépollution des rivières et des réseaux de rivières et de lacs du Canada. Il est prévu que cette étude conduise à la formulation de stratégies de surveillance mieux adaptées par les organismes fédéraux et provinciaux. (*Ongley*)

Étude du bassin hydrographique de la Saskatchewan : Lac Tobin. Le lac Tobin est un puits primaire pour les résidus des composés dérivés des pesticides, les effluents industriels et d'autres polluants au potentiel toxique qui proviennent de l'ensemble de la région des Prairies. Les propriétés chimiques des polluants considérés un à un sont modifiées et intégrées grâce à des processus physiques, chimiques et biologiques, jusqu'au point où l'effet global d'un nombre important de polluants mineurs est égal ou supérieur à ceux des polluants principaux. Les objectifs de l'étude du lac Tobin étaient 1) établir un rapport entre des difformités morphologiques chez des larves de Chironomidés (Diptères) et des concentrations de polluants dans les milieux aquatiques 2) mettre au

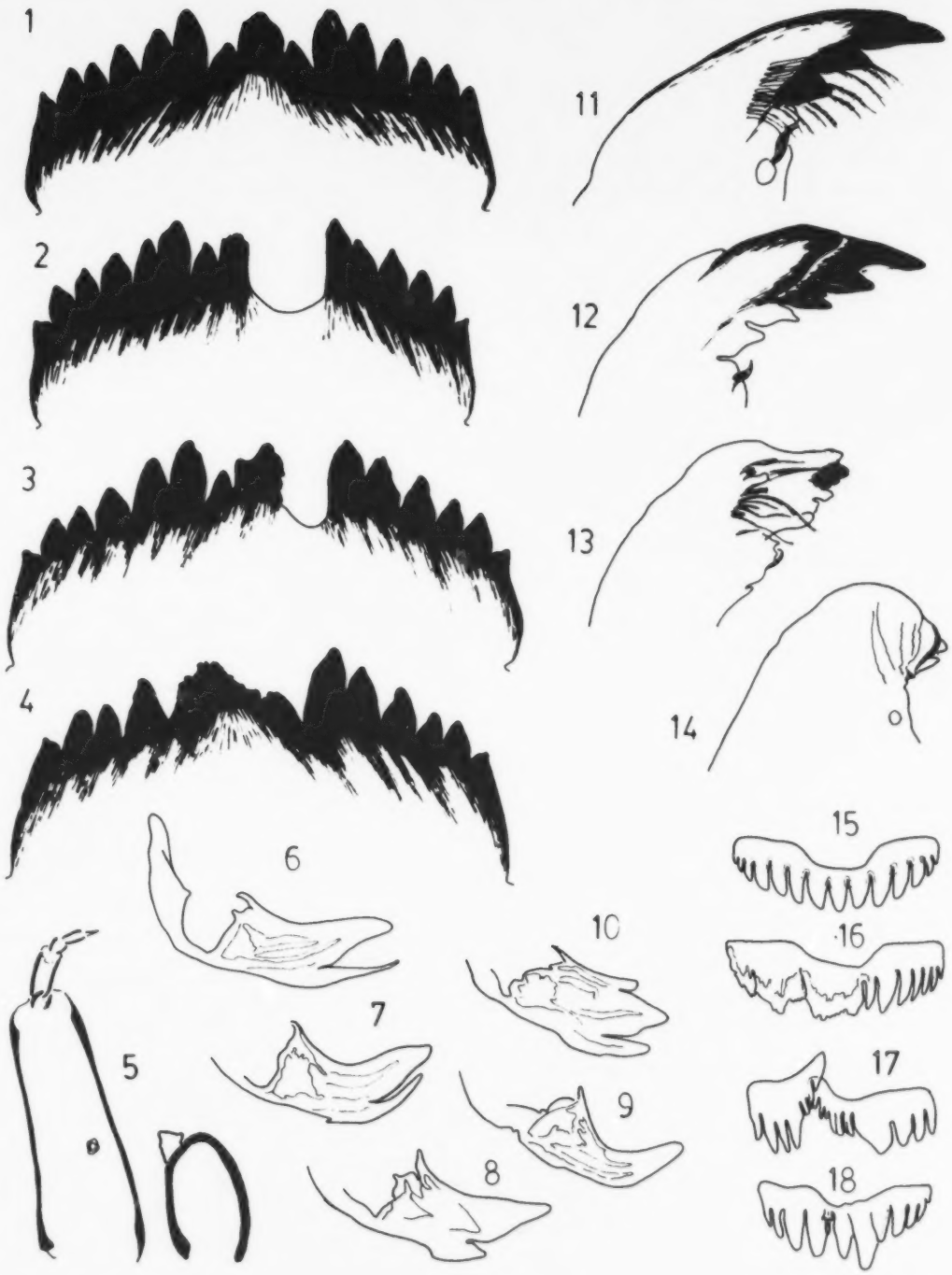


Figure 32. **Malformation morphologique dans la partie buccale des larves de chronomidés : menton normal (1) et anormal (2,3,4); antenne (5) normale et anormale; prémandibule normale (6) et anormale (7,8,9,10); manibule normale (11) et anormale (12,13,14); pectine épipharyngienne normale (15) et anormale (16,17,18).**

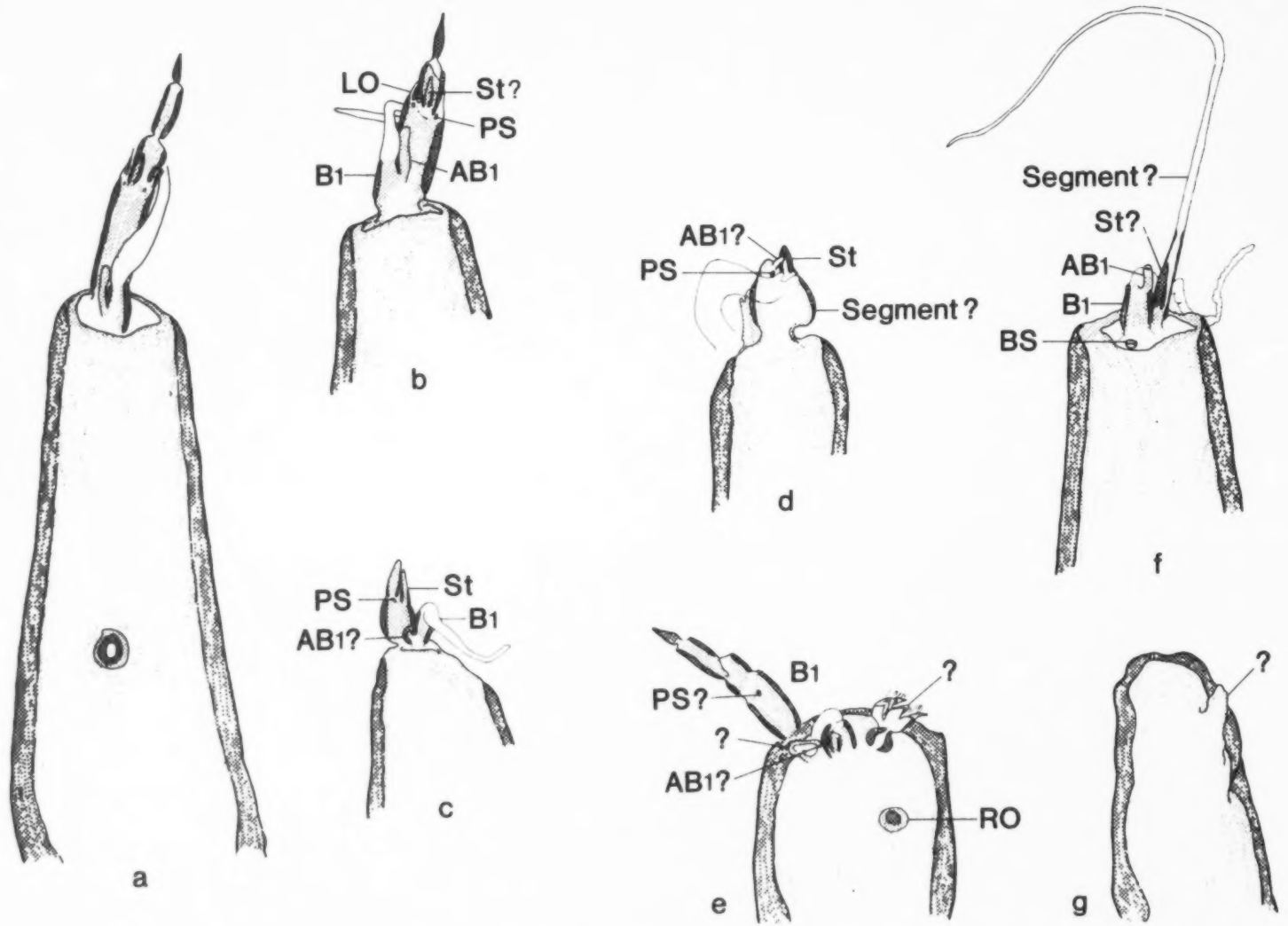


Figure 33. Malformation des antennes des larves de chronomidés : antenne normale (a) ; antenne anormale avec : b,c) la perte des segments distaux ; d) l'apparition d'un deuxième segment équivoque ; e) le déplacement de la lame (B1) et de la lame accessoire (AB1) et l'apparition d'une structure inconnue et d'une longueur réduite ; f) fusion des segments et déplacement des pointes sensitives (PS) ; g) fusion de l'apex et du segment basal, perte de l'organe annulaire (RO) et structures inconnues. Les autres structures : Organes de Lauterborn (LO), procédés digitiformes (DP), zone sensitive basiconique (BS). Nomenclature d'après Warwick (1980). St = style.

point un «instrument biologique de détection» des polluants et évaluer l'effet cumulatif de ces derniers dans les écosystèmes aquatiques.

Le potentiel des difformités chez les larves des chironomidés est immense et le nombre des réactions à des stress chimiques est aussi considérable. Il peut s'agir de pièces buccales (figure 32) légèrement anormales comme d'un épaississement monstrueux et de la fusion de toutes les structures du corps. Jusqu'à maintenant, l'utilité des difformités comme instrument de détection dans le milieu a été limitée parce qu'il n'y a pas de base de données comparatives entre populations stressées et non stressées et parce que les méthodes et la terminologie n'ont pas été normalisées.

Les indices fondés sur la fréquence d'apparition et la gravité de la difformité des antennes des larves *Chironomus* montrent que les antennes sont très sensibles à la contamination chronique à faible concentration. Les difformités des antennes (figure 33) peuvent aller d'une simple réduction en longueur des segments individuels à la fusion, à la déformation ou à la perte de toutes les structures ou segments auxiliaires. Dans les secteurs relativement peu contaminés du lac Last Mountain, la fréquence d'antennes difformes était de 1.19 %; elle était de 8.43 % et de 6.97 % dans le lac Tobin, qui est pollué. L'indice de gravité de la difformité des antennes montre la même tendance, de 0.12 dans le lac Last Mountain à 1.64 et 1.19 dans les stations V et VI du lac Tobin, respectivement. Les données expérimentales préliminaires montrent que les deux indices régressent à mesure que la concentration des polluants augmente. Cela pourrait indiquer que la capacité des antennes à répondre à des concentrations accrues de polluants est vite saturée et que la réaction des organismes est déplacée vers les structures plus sclérotisées de la capsule de la tête des chironomidés. Le rapport inverse qui unit la difformité des antennes et lés concentrations de polluants indique que les antennes de chironomidés sont sensibles aux polluants en faibles concentrations et cela peut indiquer aussi qu'il y a une mortalité larvaire accrue aux concentrations supérieures. Il y a de la recherche en cours sur la signification des autres difformités de la capsule de la tête et du corps chez la larve; les résultats seront éventuellement refondus dans un indice biologique global de surveillance de la contamination des milieux aquatiques. (*Warwick*)

Étude de la rivière Qu'Appelle. On s'est inquiété de la concentration de mercure dans le réseau hydrographique de la rivière Moose Jaw et le réseau hydrographique de la rivière Qu'Appelle. L'objectif de cette étude était d'étudier les voies biogéochimiques du mercure et d'autres métaux lourds dans les réseaux de lacs et de rivières.

La recherche a montré que les concentrations de mercure augmentaient dans la partie des réseaux située en aval des villes de Moose Jaw et de Regina. La méthylation microbienne du mercure est considérablement stimulée par la présence d'éléments nutritifs dans les effluents d'égoût et les proliférations algaires, particulièrement à certains moments de l'année dont l'automne, quand le débit de la rivière est considérablement réduit (figure 34). Apparemment, la méthylation est contrôlée d'abord par les conditions trophiques plutôt que par la quantité de mercure inorganique à partir duquel le méthylmercure est synthétisé. Durant la crue du printemps, où le débit est élevé et la concentration en éléments nutritifs faible, la concentration de méthylmercure est faible malgré une concentration élevée de mercure inorganique.

Le projet de deux ans est maintenant terminé. Un compte rendu a été présenté à la Conférence internationale sur les polluants dans l'environnement (Londres, Angleterre) et un résumé a paru dans la publication du compte rendu de la conférence. Une ébauche a été rédigée et le manuscrit devrait être publié. (*Jackson*)

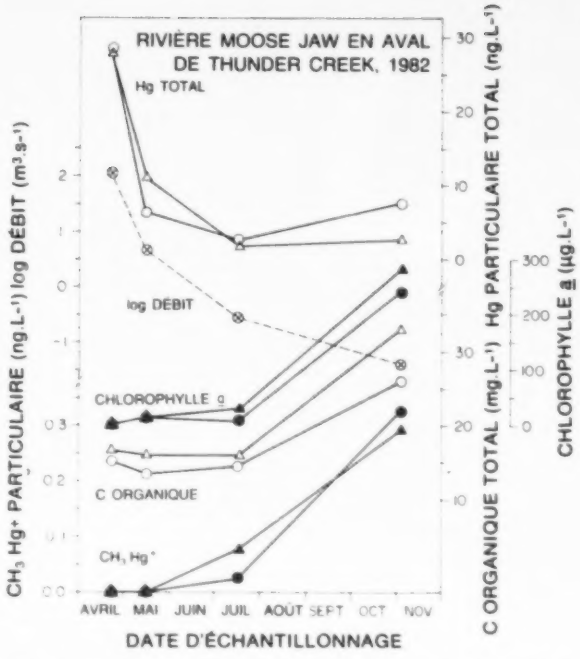


Figure 34. Paramètres physiques et chimiques reliés à la méthylation du mercure dans la rivière Moose Jaw à Moose Jaw (Saskatchewan).

Étude du réservoir du lac Southern Indian — réservoir Notigi : Processus de méthylation et de déméthylation. La concentration de mercure dans les poissons du réseau hydrographique du lac Southern des Indian et du réservoir Notigi a atteint des niveaux indésirables par suite de la dérivation des rivières Churchill et Nelson. L'objectif était d'examiner les effets des modifications du milieu sur la méthylation et la déméthylation microbiennes du mercure dans les sédiments contenus dans les anciens bassins des lacs inondés par suite de l'endiguement.

Des échantillons de sédiments ont été prélevés et ont servi à des analyses chimiques et des expériences en laboratoire visant à examiner les effets de différentes variables physico-chimiques sur les taux de méthylation et de déméthylation du mercure par des micro-organismes sédimentaires. La recherche a montré que les éléments nutritifs organiques introduits dans le milieu aquatique par suite de l'endiguement ont accéléré la méthylation du mercure inorganique provenant de sources naturelles.

Les résultats expérimentaux ont indiqué que le taux de méthylation est optimisé par l'addition d'éléments nutritifs organiques ou carbonatés et par l'exclusion de l'oxygène et du sulfure d'hydrogène. La comparaison des processus de méthylation et de déméthylation dans des conditions physico-chimiques différentes a montré que le taux de déméthylation ne variait pas, que ce soit en présence ou en absence d'oxygène, si des éléments nutritifs organiques étaient ajoutés. Les minéraux argilifères avaient peu d'effets sur le taux de production de méthylmercure, mais avaient une forte influence sur le taux auquel le méthylmercure était éventuellement décomposé. Ainsi, l'étude semble indiquer qu'une meilleure aération et qu'un dépôt d'argile pourraient accentuer la déméthylation aux dépens de la méthylation. La recherche est en cours sur les effets des minéraux argilifères, des oxydes, des matières humiques et de différents métaux lourds sur la méthylation du mercure par des micro-organismes sédimentaires.

Les travaux sont maintenant terminés. Une communication et un résumé ont été présentés à une conférence et à une réunion sur l'avancement des travaux en cours du comité directeur chargé d'administrer l'accord Canada-Manitoba sur le mercure; l'ébauche d'un manuscrit destiné à la publication et un rapport final à remettre au comité directeur sont en préparation. Le projet a été subventionné à même des fonds de la Loi sur les ressources en eau du Canada, aux termes de l'accord Canada-Manitoba, et à même des fonds provenant du Programme de gestion des polluants toxiques. (*Jackson*)

Étude du lac Southern Indian — réservoir Notigi : Bioaccumulation du mercure. La concentration du mercure dans les poissons pêchés commercialement dans le lac Southern Indian et le réservoir Notigi a atteint des niveaux indésirables par suite de l'endiguement et de l'inondation qui résultent du plan de dérivation des rivières Churchill et Nelson. L'examen de la documentation a mis en évidence deux mécanismes qui constituent des voies d'accumulation du mercure dans la chair des poissons : 1) l'absorption au niveau des branchies 2) l'ingestion de nourriture contaminée. L'objectif était d'examiner certains des facteurs qui gouvernent l'absorption du mercure par voie alimentaire chez les poissons. Une attention spéciale a été accordée aux effets de l'accumulation de sédiments minéraux provenant de l'érosion des berges sur la disponibilité du mercure pour les communautés benthiques, l'effet du mercure sur la taille et la composition des communautés qui servent de vecteur de transmission et les effets des taux de multiplication sur les doses de mercure accumulées dans des sujets pris isolément dans ces communautés.

Des échantillons d'organismes benthiques et de sédiments ont été prélevés partout dans le réseau hydrographique du lac Southern Indian et du réservoir Notigi, à des stations choisies de façon à présenter un gradient de conditions physico-chimiques et où on a mesuré la teneur en mercure. Les résultats indiquent que l'interférence produite par des sédiments minéraux réduit la taille des communautés benthiques et abaisse le taux de multiplication en restreignant la disponibilité de la base alimentaire (probablement par enfouissement). Les organismes à la croissance la plus lente tendent à contenir davantage de mercure, mais puisque les communautés sont de taille réduite, il y a moins de mercure qui passe dans la chaîne alimentaire. Dans les secteurs où les sédiments minéraux ne créent pas d'interférence avec la disponibilité en aliments, la quantité de mercure dans les organismes est diluée par des taux de multiplication rapide. Cependant, la réduction de la quantité de mercure par sujet est largement compensée par des populations beaucoup plus abondantes d'organismes benthiques qui se trouvent à coloniser ce type de milieu plus hospitalier que l'autre. Dans le réseau hydrographique du lac Southern Indian-réservoir Notigi, les secteurs où une quantité importante de mercure est contenue dans la communauté benthique, sont en corrélation avec les secteurs où le mercure a tendance à s'accumuler dans les poissons. Dans les secteurs où il y a moins de mercure contenu dans les populations de micro-organismes, l'accumulation du mercure dans les poissons tend à être inférieure.

Les travaux accessoires à cette recherche comprennent une analyse du stress toxique causé par le mercure sur les communautés de chironomidés dans les différents bassins. Étant donné que l'interférence produite par les sédiments minéraux, obtenue par érosion, couvre une plage de valeurs, les communautés de chironomidés sont donc exposées à différents degrés de contamination par le mercure. Les résultats préliminaires montrent qu'il y a des larves difformes dans les échantillons prélevés dans le réseau hydrographique du lac et du réservoir, mais il est encore trop tôt pour affirmer quoique ce soit sur les effets du stress induit par le mercure sur les communautés de chironomidés.

La recherche sur les processus de bioaccumulation a été subventionnée en vertu de la Loi sur les ressources en eau du Canada aux termes de l'accord Canada-Manitoba sur le mercure. (*Warwick*)

EUTROPHISATION

Dynamique du phosphore. Les conditions d'hypereutrophie des lacs et les proliférations algaires nuisibles rendent souvent les lacs des Prairies inutilisables comme sources d'eau potable et impropres à la récréation. Il est difficile de réduire à la source l'approvisionnement en éléments nutritifs qui entretiennent la végétation. Les sols des Prairies qui sont naturellement riches, l'emploi d'engrais pour des raisons agricoles, ainsi que la reprise en suspension et le recyclage des éléments nutritifs déjà contenus dans les lacs sont sans doute des éléments qui contribuent au problème des algues.

Dans la présente étude, les caractéristiques physiques des lacs qui importent pour le brassage et la reprise en suspension des sédiments dans les vastes lacs peu profonds des Prairies, ont été examinées pour pouvoir juger de leur importance dans la recirculation des éléments nutritifs. L'application de notions dynamiques aux mouvements des éléments nutritifs dans les lacs forme une deuxième étape complémentaire conduisant à l'identification des paramètres qui contrôlent la disponibilité des éléments nutritifs. La simulation exacte de la dynamique du phosphore total peut conduire à une évaluation chiffrée rapide des solutions techniques au problème du phosphore dans les lacs des Prairies.

Un modèle numérique fondé sur les principes de la dynamique linéaire de premier ordre a été mis au point; il prédit la quantité de phosphore total dans les lacs. Le modèle a été vérifié avec des données publiées du lac Washington; il a montré que les lacs réagissent comme un système qu'on force aux variations de concentration de phosphore introduit. Il a été conclu que la dynamique du phosphore total dans le lac Washington peut être représentée de façon adéquate par deux points d'élimination indépendants du phosphore : l'évacuation du phosphore par l'exutoire et la sédimentation dans le lac.

La théorie de la dynamique du phosphore a été élargie à la description de la dynamique du phosphore total dans les quatre lacs d'amont de la rivière Qu'Appelle (Les lacs Fishing). Des insuffisances au niveau des données disponibles, tant par la quantité que par la qualité, ont nui à la simulation numérique du phosphore total, mais les principales tendances ont été bien modélisées. Les résultats indiquent que les lacs Fishing sont saturés de phosphore et qu'il n'y a pas eu de sédimentation nette du phosphore dans la période de dix ans couverte par les données. Ces travaux font clairement ressortir l'importance de traiter les lacs comme des systèmes dynamiques; ils ont un potentiel considérable d'application à d'autres emplacements. (*Kenney*)

Paléo-indices de l'eutrophisation. Les paléo-reconstitutions de cas d'eutrophisation se sont révélées des éléments de gestion utiles en présentant l'évolution des problèmes d'eutrophisation dans leur contexte chronologique. Dans beaucoup de cas, cependant, la «reconstitution» est influencée par le système d'indicateurs choisi et différents systèmes conduisent à des reconstitutions apparemment différentes. Cela vaut particulièrement pour celles qui se fondent sur les communautés qui vivent dans les sédiments (benthiques) et qui vivent dans l'eau (planctoniques). L'objectif de cette étude était la comparaison des résultats obtenus par les deux types de communautés indicatrices et l'évaluation de certaines des raisons qui sous-tendent les contradictions apparentes.

Des échantillons de la carotte Glenora-B de la baie de Quinte, lac Ontario, ont été remis à des équipes de chercheurs dirigées par C.L. Schelske et E.F. Stoermer de l'Institut de recherche des Grands lacs, et de l'Université du Michigan à Ann Arbor, Michigan; les chercheurs ont fait les analyses de contenu en silice d'origine biologique et sur les paléodiatomées. Warwick (1980) avait déjà reconstitué l'eutrophisation de la baie à partir du même carottage, mais en prenant les restes de chironomidés sub-fossiles comme système indicateur.

Les analyses de la silice d'origine biologique ont montré que des importations de plus en plus importants de phosphore, en corrélation avec le développement agricole de la région, ont conduit à l'appauvrissement en silice de la baie. La transformation s'est faite graduellement et a été compensée par des importations de silice transportée par des affluents. Au cours des 70 ou 80 dernières années, la pression exercée sur les ressources en silice par la croissance des diatomées stimulée par le phosphore est devenue intense et a conduit à l'appauvrissement en silice.

L'analyse des restes de diatomées sub-fossiles a montré que l'eutrophisation de la baie de Quinte s'est produite beaucoup plus tôt qu'il n'avait été prévu par les restes des chironomidés sub-fossiles. L'écart observé a pris naissance durant une période de sédimentation minérale rapide occasionnée par l'érosion et le déboisement généraux qui, en retour, ont conduit à une période «d'oligotrophisation artificielle» pour la communauté benthique. À la comparaison, il ressort que la réaction des communautés benthiques aux conditions trophiques est liée aux processus de sédimentation tels que postulés par Warwick (1980) dans l'équation :

NIVEAU TROPHIQUE (indices fauniques)	=	NIVEAU TROPHIQUE (indices de productivité)	–	accumulation des sédiments minéraux

Les corrélations et les comparaisons ont de considérables effets sur l'interprétation des conditions trophiques à partir des structures de communautés contemporaines et sub-fossiles. Le résultat des deux études paraissent dans Schelske et coll. (1985) et dans E.F. Stoermer, J.A. Wolin, C.L. Schelske et D.J. Conley. «Post-settlement diatom succession in the Bay of Quinte, Lake Ontario,» Can. J. Fish. Aquat. Sci., sous presse.

B.J. Hahn, université du Manitoba, Winnipeg (Manitoba), poursuit la recherche sur la carotte Glenora-C, de la même série que la carotte-B, avec les restes de cladocères sub-fossiles comme communauté indicatrice. (*Warwick*)

PHYSIQUE DES LACS DES PRAIRIES

Lac Southern Indian. Le temps de renouvellement est très important dans le calcul des bilans chimiques et d'éléments nutritifs dans les écosystèmes aquatiques. Des études antérieures sur les profils verticaux de la température dans la baie Wupaw, lac Southern Indian, ont montré que la stratification était inversée sous une couverture de glace. La profondeur de la thermocline inverse variait de façon monotone suivant l'axe de la baie; les plus importantes variations sont observées dans le chenal qui relie la baie Wupaw au lac Southern Indian. Comme cela n'est pas possible dans un environnement statique, il a été décidé de mesurer l'importance de la circulation sous la glace pour déterminer sa contribution aux bilans hydrique, chimique et d'éléments nutritifs.

La circulation sous la glace a été mesurée directement selon deux méthodes avec des prototypes d'appareils. Les résultats indiquent qu'il y a bien des fluctuations de température et du brassage dans la baie Wupaw et que l'importance de la circulation est un facteur important du temps de renouvellement de l'eau dans la baie. Il faut s'attendre à des résultats semblables dans d'autres lacs et baies à la morphométrie apparentée. Ce travail montre l'importance de la période hivernale dans la redistribution des substances chimiques et des éléments nutritifs d'importance vitale pour l'écologie des lacs. Il sera peut-être nécessaire de considérer les répercussions sur l'environnement sous la glace lors de la mise en valeur du Nord et de la préparation de plans de dérivation. (*Kenney*)

Lac Manitoba. On pense que la reprise en suspension des sédiments par action mécanique durant les périodes de vents forts est un phénomène important pour le recyclage des éléments nutritifs dans les grands lacs peu profonds. Étant donné que les méthodes classiques d'échantillonnage mesurent habituellement les matières en suspension seulement au sommet de la colonne d'eau, un échantillonneur a été conçu de façon à prélever des échantillons de matières en suspension à intervalles verticaux rapprochés dans toute la colonne d'eau. Le prototype a été vérifié dans le bassin sud, peu profond, du lac Manitoba.

L'appareil a prélevé des quantités de matières en suspension de l'ordre de grammes sur des périodes d'un mois et a permis de supprimer l'erreur systématique introduite par des périodes de temps clément qui accompagnent habituellement l'échantillonnage de matières en suspension dans les lacs. Des analyses chimiques indiquent que les matières reprises en suspension forment un réservoir de phosphore potentiellement utilisable pour la prolifération algaire. Des ruptures dans la distribution verticale de la masse sèche des sédiments repris en suspension et dans la distribution verticale granulométrique ont une signification importante pour la circulation dans l'ensemble du lac, pour le régime de turbulence et pour le transport à distance et la redistribution des sédiments dans les vastes lacs peu profonds.

Cet échantillonneur de sédiments repris en suspension trouvera peut-être des applications dans les cours d'eau. (*Kenney*)

LISTE DU PERSONNEL*

Directeur-adjoint — B.C. Kenney

Chercheurs

T.A. Jackson	biogéochimie des métaux, géochimie des éléments nutritifs
E.D. Ongley	géomorphologie fluviale, sédimentologie
W.F. Warwick	paléolimnologie, biologie benthique

Techniciens

C.A. Casey
J.C. Mollison
K. Supeene
J.P. Tisdale

* Par suite du déménagement de la Direction à Saskatoon, la liste des diplômes du personnel n'a pu être obtenue à temps pour la publication.

PUBLICATIONS

Blachford, D.P., et **E.D. Ongley.** 1984. Cheminement biogéochimique du phosphore, des métaux lourds et des résidus organochlorés dans les rivières Bow et Oldman en Alberta, 1980-1981. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Étude nº 138, Série scientifique.

Jackson, T.A. 1984. Mercury pollution in the Wabigoon–English–Winnipeg River system: Conclusion and recommendations based on results of the two-year joint study by the Governments of Canada and Ontario. In Mercury Pollution in the Wabigoon–English River System of Northwestern Ontario, and Possible Remedial Measures, Tech. Rep., pp. 383–388. Published by Government of Canada and Government of Ontario.

Jackson, T.A. 1984. Effects of inorganic cadmium, zinc, copper and mercury on methyl mercury production in Polluted Lake Sediments. In *Environmental Impacts of Smelters*, Préparé par J.O. Nriagu, John Wiley & Sons, pp. 551–578.

Jackson, T.A. Mercury methylation in a polluted prairie river-lake system: Seasonal and regional variations and the role of trophic conditions. Submitted to Can. J. Fish. Aquat. Sci.

Jackson, T.A., J.W. Parks, P.D. Jones, R.N. Woychuk, J.A. Sutton, et J.D. Hollinger. 1984. Dissolved and suspended mercury species in the Wabigoon River (Ontario, Canada): Seasonal and regional variations. In Mercury Pollution in the Wabigoon–English River System of Northwestern Ontario, and Possible Remedial Measures, Tech. Rep., pp. 357–482. Publié par le gouvernement du Canada et le gouvernement de l'Ontario.

Kenney, B.C. La dynamique du phosphore dans les systèmes lacustres. Environnement Canada. Direction générale des eaux intérieures. Étude nº 144, Série scientifique.

Kenney, B.C. 1985. Dynamics of phosphorus in a chain of lakes: The Fishing Lakes. INRE, RON. Rapport non publié, Winnipeg.

Kenney, B.C. 1985. Under-ice circulation in Wupaw Bay, Southern Indian Lake. INRE, RON. Rapport non publié, Winnipeg.

Kenney, B.C. 1985. Sediment resuspension and currents in Lake Manitoba. J. Great Lakes Res., 11(2): 85–96.

Ongley, E.D. 1984. Regionalization of water quality in the upper Fraser River Basin, British Columbia: Comment, Water Research, 18: 1059–1060.

Ongley, E.D. 1984. Review of Gregory (Ed.) Background to Palaeohydrology: A Perspective. Hydrol. Sci. J.

Ongley, E.D. 1984. The Saskatchewan River Basin Study: Nutrient and Contaminant Pathways in Prairie Rivers. INRE, Région de l'Ouest et du Nord. Rapport intérimaire, 5 octobre, Winnipeg, 19 pp.

Ongley, E.D. Detergent-phosphorus abatement: Point and nonpoint source basin response in southern Ontario. Environ. Control. Sous presse.

Ongley, E.D. 1985. Considerations for network design for water quantity and quality surveys in Canada. Compte rendu du symposium canadien d'hydrologie, 1984. Université Laval, Québec.

Ongley, E.D., et D.P. Blachford. 1984. Tributary effects on mainstream suspended sediment chemistry. Water Pollut. Res. J. Can., 19(1): 37–46.

Ongley, E.D., D.A. Birkholz, J. Carey, et M.R. Samoiloff. 1985. Occurrence and pathways of toxic chemicals in the North Saskatchewan River. Collection nº 85–107 de l'INRE, Winnipeg, 30 pp.

Schelske, C.L., D.J. Conley, et **W.F. Warwick.** 1985. Historical relationships between phosphorus loading and biogenic silica accumulation in Bay of Quinte sediments. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42(8): 1401–1409.

Warwick, W.F. 1985. Morphological abnormalities in Chironomidae (Diptera) larvae as measures of toxic stress in freshwater ecosystems: Indexing antennal deformities in *Chironomus* Meigen. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42(12): 1881–1914.

Warwick, W.F. 1985. Morphological deformities in Chironomidae (Diptera) larvae as biological indicators of toxic stress. Dans Proc. of the International Joint Commission Workshop on Persistent Toxic Substances and the Health of Aquatic Communities, 18 au 21 juin, 1985, Minneapolis, Minnesota.

La Division des opérations techniques fournit une vaste gamme de services techniques aux chercheurs de l'INRE chargés d'études sur le terrain. Dans la mesure du possible, il fournit des conseils et des services à d'autres ministères et organismes fédéraux et provinciaux, à des universités et au secteur privé. Un soutien technique direct a été fourni dans plus de 70 études de l'INRE lors de chacune des deux dernières campagnes sur le terrain, notamment des mesures sur le terrain, des prélèvements d'échantillons et certaines analyses de paramètres physiques, chimiques et biologiques.

La Division s'occupe d'acquérir les navires de recherche, les vedettes et les installations au sol; elle établit les calendriers de travail et coordonne tous les travaux de recherche sur le terrain de l'INRE, en vue d'une utilisation efficace et rentable du personnel technique, du matériel et des ressources financières.

Le personnel de la Division s'occupe d'un important parc de matériel utilisé pour la recherche sur le terrain; il s'occupe aussi de la préparation, de la modification et de l'entretien d'une vaste gamme de systèmes mécaniques, électroniques et hydrauliques d'acquisition des données et d'échantillonnage.

SECTION DES ÉTUDES À BORD DES NAVIRES

Toutes les données sur les Grands lacs sont recueillies à partir de navires de recherche qui servent de plate-forme d'échantillonnage. La Section des relevés des navires établit les calendriers des navires, assure la logistique et fournit l'équipement et le soutien technique pour toutes les études de l'INRE faites à bord des trois navires de recherche dont le port d'attache se trouve au CCEI. Le champ des opérations couvert par ces navires durant la campagne sur le terrain s'étend de Duluth au Minnesota et comprend les lacs Supérieur, Huron, Érié et Ontario, pour atteindre la partie amont de l'estuaire du Saint-Laurent, en aval de la ville de Québec, Québec.

CSS *Limnos* (Figure 35). Trente missions ont été réalisées à partir du grand navire de recherche CSS *Limnos* en 1984 et 23 durant 1985 sur les lacs Ontario, Érié, Huron et Supérieur, et dans le fleuve Saint-Laurent. On a préparé pour chaque mission des plans et des rapports détaillés, disponibles sur demande auprès de la Division des opérations techniques. Une description détaillée des activités du CSS *Limnos* est donnée dans le résumé des activités de la Division en 1984-1985 et en 1985-1986. Les missions multidisciplinaires ont été les suivantes :

CSS *Bayfield*. La majorité des travaux effectuées par ce navire s'inscrivait dans trois programmes de la Direction de la recherche sur les pêches dans les Grands lacs. Le programme toujours en vigueur de surveillance à long terme des indices biologiques s'est poursuivi avec la cueillette hebdomadaire simultanée de données chimiques et biologiques à certaines stations du lac Ontario. Au total, 32 missions ont été menées au cours de la saison 1984-1985 et 24 expéditions en 1985-1986. D'autres études effectuées à partir du CSS *Bayfield* ont porté sur l'échantillonnage du benthos, sur la barre thermique, sur la toxicité *in situ* et sur la mise en place et la récupération de bouées dérivantes surveillées par satellite.

Des échantillons pour l'étude des «réactions microbiologiques», pour le compte de la Division des méthodes analytiques, ont été prélevés et traités sur une base hebdomadaire. Les deux bouées météorologiques du lac Ontario devant l'embouchure de la rivière Niagara ont fait l'objet d'une surveillance régulière.

CSS *Advent* (Figure 36). Durant la campagne sur le terrain de 1984-1985, le CSS *Advent* a mené des missions dans le cadre d'études de l'INRE. Il y en a eu huit sur le Lac Érié, six dans le cadre de l'étude sur la continuité de la surveillance afin de constituer une base chronologique de données qui pourrait

Endroit	1984-1985	1985-1986
Lac Ontario	5 – Évaluation des éléments nutritifs 5 – Amarrages dans le lac Ontario 3 – Indices biologiques à long terme 3 – Contaminants organiques persistants 2 – Formes chimiques et disponibilité du phosphore 1 – Rythmes diurnes des déplacements planctoniques 1 – Amarrages de pièges à sédiments 1 – Homogénéité des sédiments	5 – Surveillance du lac 3 – Contaminants organiques persistants 2 – Amarrages dans le lac Ontario 2 – Indices biologiques à long terme 1 – Homogénéité des sédiments
Lac Érié	4 – Remise en suspension des sédiments et du phosphore 2 – Formes chimiques et disponibilité des métaux à l'état de traces 1 – Continuité de la surveillance	5 – Remise en suspension des sédiments et du phosphore 1 – Homogénéité des sédiments
Lac Huron-Baie Georgienne	1 – Surveillance du lac	2 – Surveillance du lac
Lac Sainte-Claire	1 – Formes chimiques et disponibilité du phosphore	
Lac Supérieur		1 – Surveillance du lac
Fleuve Saint-Laurent		1 – Contaminants organiques et inorganiques

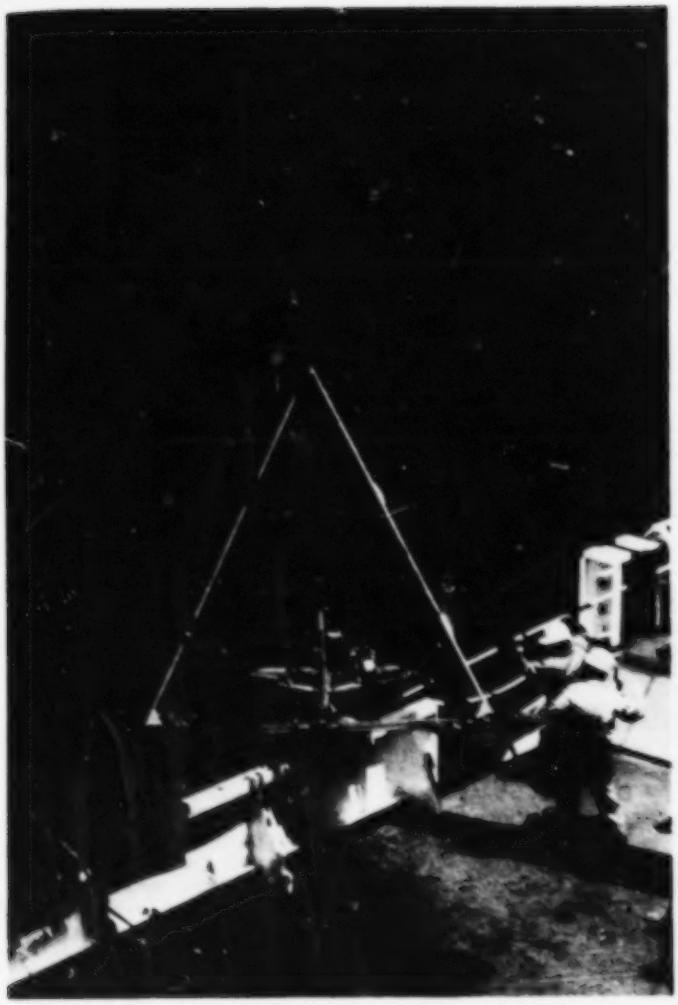


Figure 35. À bord du CSS *Limnos* : installation du quai pour le collecteur de sédiments.

Figure 36 À bord du CSS *Advent* : mouillage des instruments de mesure du courant.

Figure 37. Le module de l'équipement procède à l'assemblage de la tour de l'étude du lac Sainte-Claire.

permettre de détecter les variations importantes du lac Érié, une autre dans le cadre de l'étude sur la remise en suspension des sédiments et du phosphore et une dernière dans le cadre de l'étude sur la biodisponibilité du phosphore. Huit missions ont été effectuées dans le lac Sainte-Claire. Sept étaient dans le cadre de l'étude sur la dynamique du plancton pour la Direction de la recherche sur les pêches dans les Grands lacs afin d'étudier la dynamique et l'écologie du plancton dans le lac, ainsi que l'effet des contaminants sur la dynamique du nanoplancton et du picoplancton; une mission a été faite dans le lac Huron, aussi dans le cadre de l'étude sur la dynamique du plancton.

Durant la campagne de 1985-1986, des missions ont été menées dans le cadre d'études de l'INRE. Il y en a eu une dans le fleuve Saint-Laurent sur les formes chimiques et la disponibilité potentielle des métaux à l'état de traces, qui a porté sur les contaminants, notamment les ions métalliques toxiques provenant de certaines sources du lac Ontario et des rives du Saint-Laurent. Sept missions ont été faites dans le lac Érié, cinq dans le cadre de l'étude sur la continuité de la surveillance, une dans le cadre de l'étude sur la biodisponibilité du phosphore, une autre dans le cadre de la récupération des amarrages disposés pour mesurer les charges qui proviennent du lac Sainte-Claire. Au total, 11 missions ont été faites dans le lac Sainte-Claire. Elles visaient à réunir l'information sur les sources de contamination, les points d'élimination et les modèles chronologiques de charge. Elles ont aussi aidé à la compréhension des facteurs et des propriétés chimiques qui régissent les formes de distribution dans le milieu. Une mission a été faite dans la rivière Sainte-Claire dans le cadre du relevé des contaminants de la rivière Sainte-Claire pour déterminer l'étendue de la contamination et localiser si possible les sources industrielles de contamination dans un bief de 5 km de la rivière Sainte-Claire près de Sarnia.

SECTION DES ÉTUDES SUR LE TERRAIN

La Section des études sur le terrain a coordonné et fourni les ressources en matériel et en personnel pour les différentes études de recherche sur le terrain de l'INRE d'un bout à l'autre du pays. Elle a fourni des conseils techniques, prêté de l'équipement et secondé beaucoup de ministères des gouvernements canadien et américain, des universités et des groupes privés. Les quatre modules qui relèvent de la Section ont fourni directement un soutien à de nombreuses études faites au sol et à partir de vedettes, ainsi que des services techniques sur place comme les ateliers d'équipement et d'opérations sous-marines, les hangars pour l'équipement et la gestion du studio magnétoscopique de l'INRE. Elle a fait l'acquisition de vedettes, de petites embarcations, d'emplacements de recherche au sol, de remorques-laboratoires, de matériel d'échantillonnage et de véhicules pour lesquels elle a établi un programme d'utilisation. Le personnel a été affecté à une vaste gamme de tâches et de lieux.

Module de l'équipement (Figure 37). Le personnel, l'atelier, les composantes extérieures et les installations d'entreposage ont assuré un soutien direct et indirect à la plupart des activités régionales de l'INRE.

On a fourni une aide sur les quais pour le chargement et le déchargement des navires. On a préparé des boués, de la quincaillerie, des treuils, des génératrices, du matériel d'amarrage et d'autres pièces d'équipement pour les opérations sur le terrain; on a fourni des services de chariot élévateur, de camionage lourd et de remorquage. Les services de soutien sur le terrain ont été fournis de la Saskatchewan à l'Île-du-Prince-Édouard. Le module de l'équipement a également assumé la responsabilité de l'entretien du parc automobile qui compte 25 véhicules de l'INRE.

Module des opérations sous-marines (Figure 38). Le module a continué d'assurer la conduite sécuritaire de toutes les opérations de plongée entreprises par le personnel du MDE et du MPO au CCEI. Il est en étroite relation avec l'industrie de la plongée et il s'est vu confier un rôle important à cet effet au sein du Comité ministériel de la sécurité des opérations de plongée, qui élabore et applique les politiques des opérations de plongée. Le module utilise et entretient un grand stock d'équipements de plongée spécialisés pour la recherche, notamment la caméra sous-marine télécommandée qui s'est montrée efficace lors du relevé des contaminants de la rivière Sainte-Claire. Le module a fourni l'aide, l'entraînement et l'équipement pour les opérations de plongée durant les deux dernières années financières.

Module des stocks régionaux. Ce module a géré (acquisition et distribution) un stock de matériel d'échantillonnage et de soutien, comportant plus de 500 types différents d'articles qui ont été utilisés constamment par le personnel des régions de l'INRE et, après approbation, par le personnel des autres services du CCEI. Il a aussi géré un parc de cinq véhicules utilisés pour de courtes périodes par le personnel de l'INRE.

Module des opérations sur le terrain (Figures 39, 40). Au cours de chacune des années financières 1984-1985 et 1985-1986, le module a assuré un soutien à 50 études de

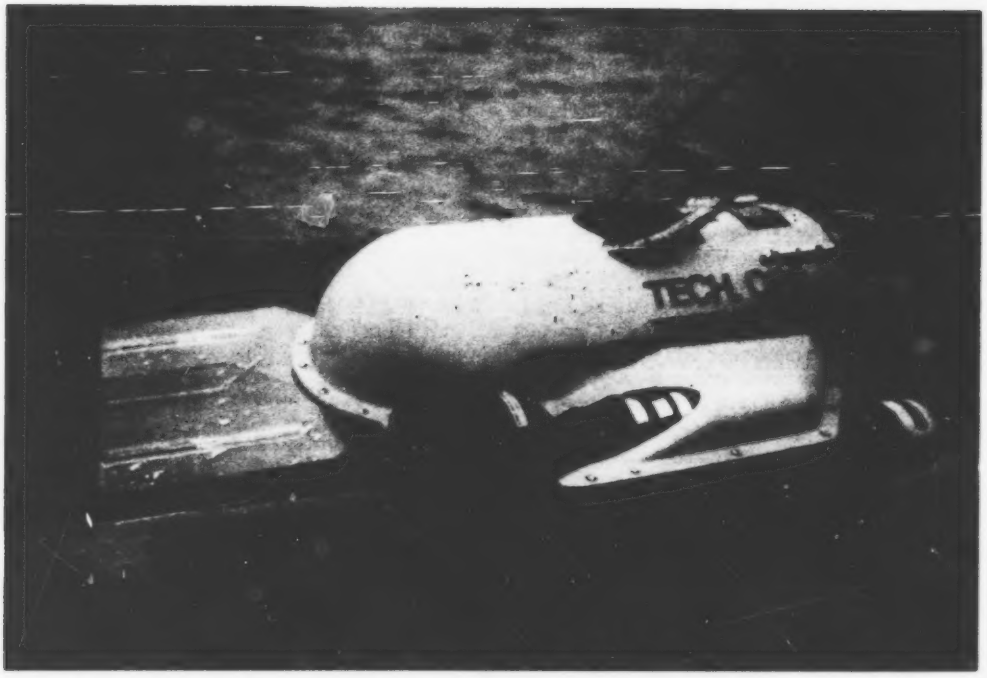


Figure 38. MiniROVER, caméra de télévision pour film sous-marin.

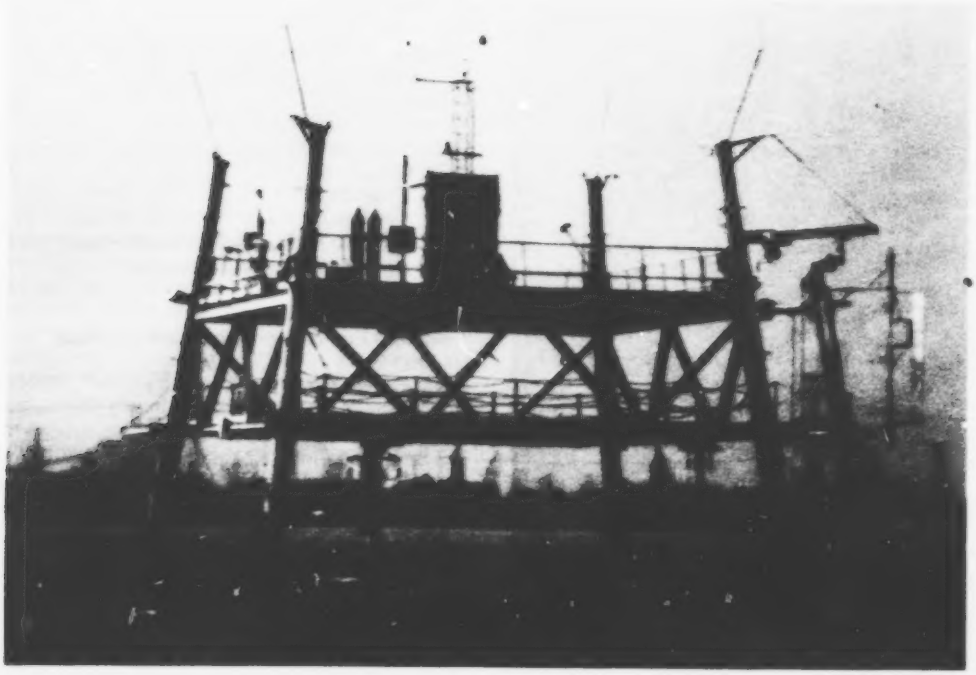


Figure 39. Tour W.A.V.E.S. de l'INRE dans le lac Ontario.

l'INRE et 15 autres demandes d'organismes extérieurs. Des rapports détaillés sont disponibles sur toutes les études soutenues par le module. L'équipe a collaboré à des études sur le terrain dans tous les territoires et provinces; le personnel est entraîné et a l'expérience d'une vaste gamme de méthodes de relevés. Le module a utilisé des petites embarcations et des vedettes, des hélicoptères et des avions pour les opérations et, durant l'hiver, les opérations sur la glace ont été menées avec des moto-neiges et des véhicules tout-terrain.

Le module a également été chargé de l'entretien et de la fourniture de tout le matériel de carottage pour l'INRE. Le module fournit des conseils techniques, de la formation et des prêts d'équipement régulièrement à d'autres organismes des gouvernements fédéral et provinciaux, aux universités et au secteur privé.

SECTION DES INSTRUMENTS LIMNOLOGIQUES

Cette Section assure les modifications et l'entretien de tous les systèmes électroniques embarqués d'acquisition des données. Le personnel est aussi responsable de la préparation et de l'entretien des courantomètres, des systèmes d'enregistrement de la température, des systèmes d'enregistrement météorologique et des appareils électroniques de navigation. Durant l'année financière 1985-1986, il y a eu une modification importante de l'équipement : le thermographe électronique de profondeur EBT a été intégré à une sonde transmissiomètre pour former le système EBT². Le système a été mis en service et vérifié sur le terrain vers la fin de la saison.

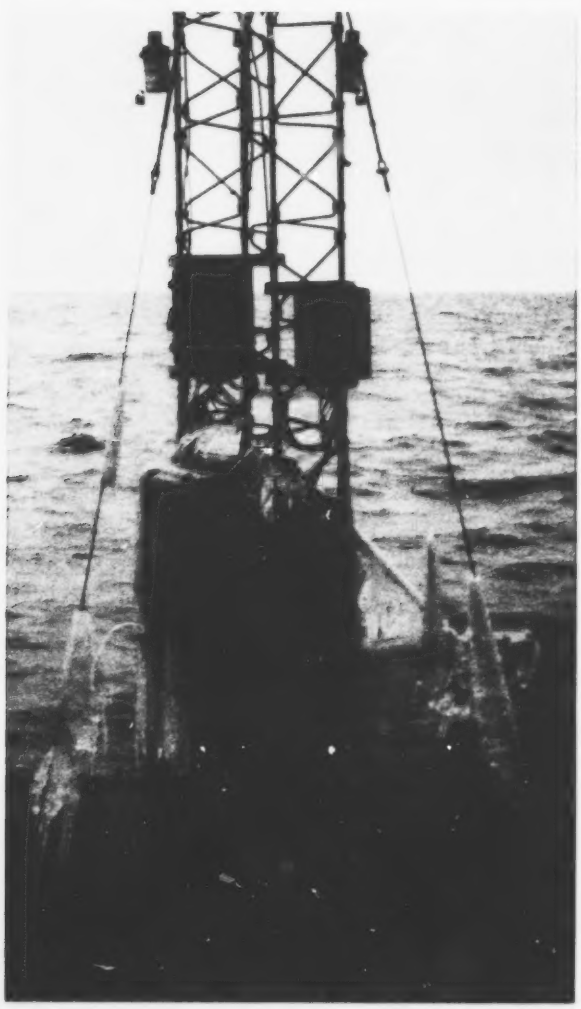


Figure 39. Tour W.A.V.E.S. de l'INRE dans le lac Sainte-Claire.

LISTE DU PERSONNEL

Chef — H.B. Macdonald
Secrétaire — S. Mitchell
Agent d'administration — C. Kennedy

Section des études sur le terrain
Chef
W.B. Taylor

Module des études sur le terrain
Chef
M.R. Mawhinney
C. Bisutti
T.J. Carew
Y. Desjardins
E.H. Walker
G.D. Bruce

Module des stocks régionaux
W.D. Hunt

Module de l'équipement
Chef
L.J. Lomas
H.E. Greencorn
G.M. Perigo

Module des opérations sous-marines
F.H. Don

Section des instruments limnologiques
Chef
J.A. Diaz

Module des couromtomètres et de l'analyse des données
J.A. Taylor

Module des instruments de recherche sur le terrain et des systèmes météorologiques
E.G. Smith

Section des études à bord des navires
Chef
P.M. Healey

CSS *Limnos*
B.H. Moore, Commandant
L.E. Benner
K.J. Hill
J.A. Kraft, B.Sc.
G.G. LaHaie
J.E. Tozer

CSS *Bayfield*
P.R. Youakim, B.Sc., M.Sc.

CSS *Advent*
S.B. Smith
R.J. Hess

La Division des services du personnel fournit en grande partie les services d'administration et de gestion des finances, du matériel, des dossiers et des biens à tous les éléments du Service de la conservation de l'environnement (SCE) et du Service de la protection de l'environnement (SPE), logés au Centre canadien des eaux intérieures (CCEI). En outre, des services de soutien commun sont assurés aux organismes du ministère des Pêches et Océans (MPO) et du ministère des Approvisionnements et Services (MAS) logés au CCEI.

SECTION DE L'ADMINISTRATION

Cette Section est responsable de la fourniture du soutien administratif et financier à toutes les Divisions de l'INRE. Elle fournit aussi différents services administratifs au Directeur, notamment le compte rendu du déroulement des plans d'étude de l'Institut, des plans opérationnels à long terme et des plans de travail, ainsi que les rapports trimestriels subséquents à l'administration centrale sur les plans de travail. De plus, elle fait office d'agence de voyage pour le personnel de l'INRE appelé à se déplacer pour des conférences ou autres; elle a la présidence du comité de révision des contrats, du comité de sécurité du CCEI, du comité de la cafétéria du CCEI; elle participe aussi au comité d'information technologique de la DGEI; elle communique l'information conformément à la législation sur l'accès à l'information; elle prépare et analyse des rapports mensuels concernant l'utilisation des ressources humaines de l'Institut; elle assure le lien avec le bureau du personnel du ME à Burlington et coordonne toutes les activités du personnel; elle conçoit et met en oeuvre des méthodes de bureautique; elle assure la surveillance de tous les utilisateurs de machines WANG du SCE au CCEI; enfin, elle coordonne aussi les campagnes pour les obligations d'épargne du Canada et les campagnes de souscription pour Centraide.

Cette année, un nouveau marché a été rédigé pour le matériel de traitement de texte et d'information de bureau, de façon à ce que le système central de traitement puisse assurer le traitement scientifique des textes, ait un meilleur temps de réponse et offre des terminaux supplémentaires pour un éventuel élargissement du système.

Un marché a été conclu cette année pour accorder une expérience de travail à deux handicapés. À l'origine, il s'agissait d'assurer un service de distribution du courrier interne. Cependant, tout s'est très bien déroulé et les deux employés ont obtenu d'autres tâches, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du service des dossiers. En conséquence, le CCEI a obtenu le trophée de l'employeur de l'année attribué par l'Association ontarienne des handicapés mentaux.

La Section a également coordonné les Jours d'accueil du CCEI tenus du 18 au 21 avril 1985. Près de 30 000 visiteurs, qui ont assuré le succès de l'entreprise, ont été unanimes à reconnaître que la réception était chaleureuse et que le présentoir était de belle qualité.

La Section a rédigé un manuel de référence des méthodes administratives, financières et de gestion du matériel pour informer les régions du Pacifique et du Yukon et de l'Ouest et du Nord sur les façons dont les tâches administratives et financières seront exécutées par le bureau de Burlington durant cette année financière.

Des visites ont été organisées tout au cours de l'année à l'intention de groupes locaux de citoyens et d'écoliers. À noter tout particulièrement une visite de la fanfare d'une école de Bobingen, Allemagne de l'Ouest. Il y eut projection du diaporama du CCEI suivi de la visite du centre, qui a été facilitée par le personnel germanophone de l'INRE qui a accompagné les visiteurs.

Le centre de traitement de textes à ressources partagées a fourni l'appui à quatre divisions de recherche (DMA, DPAS, DEA, DPE) et au Bureau de direction, ainsi que les moyens de télécommunication reliant l'institut et ses prolongements à Vancouver et à Winnipeg.

L'équipe de santé-sécurité de la section a assuré la tenue des cours de premiers soins et de réanimation cardio-respiratoire de l'Ambulance St-Jean, à l'intention du personnel. Des exercices d'incendie ont été tenus et le réseau du système d'urgence de communication vocale d'alarme a été vérifié.

SECTION DES SERVICES DES BÂTIMENTS ET DES BIENS

Cette section est responsable de l'exploitation et de l'entretien des bâtiments et de leur équipement ainsi que des terrains, routes et aires de stationnement dans les limites du complexe. Elle fournit également de l'aide et des conseils techniques concernant les modifications à toutes les installations et l'installation d'équipement pour répondre aux besoins des organismes occupants. Enfin elle est responsable du réseau téléphonique (voix et données) dans tout le complexe.

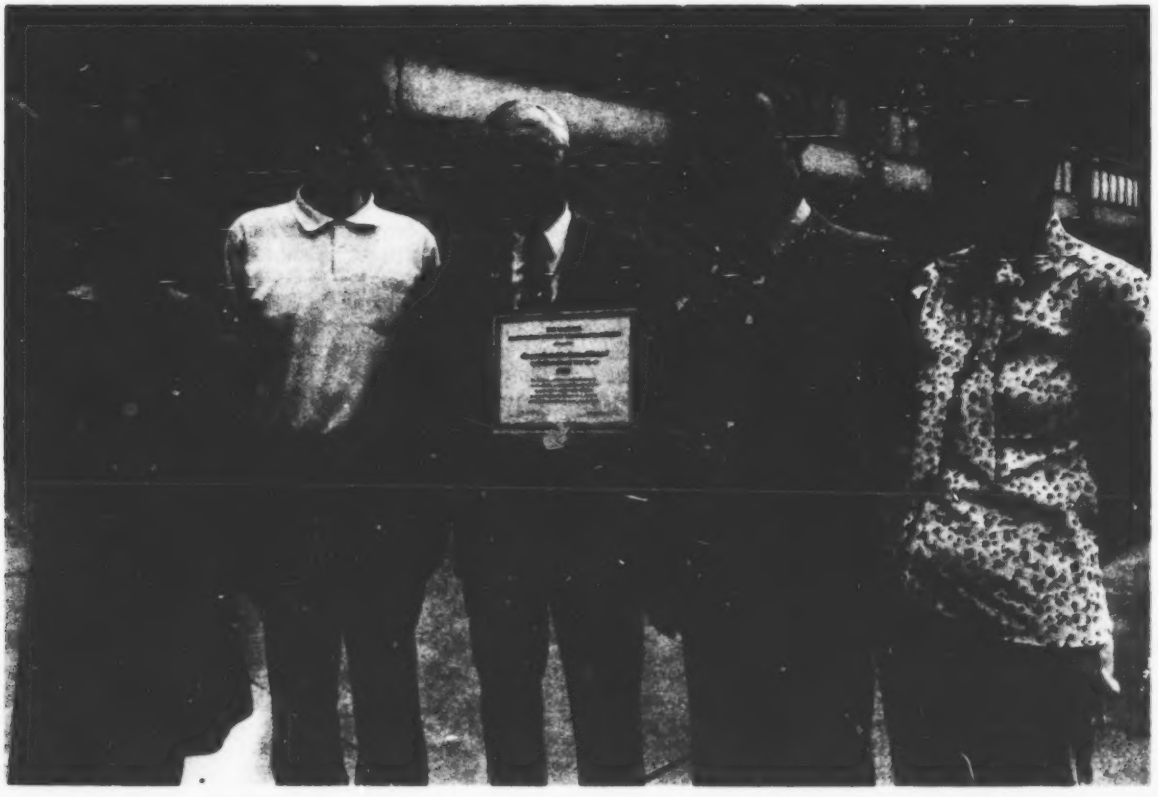
Parmi les principaux projets de cette année, mentionnons : 1) l'installation d'un nouveau système SL-1 de transmission de voix et de données dans tout le complexe; 2) l'installation d'un nouveau dispositif de traitement des eaux qui réduira considérablement les frais annuels supplémentaires qui sont imposés; 3) l'adoption de plusieurs mesures de conservation de l'énergie qui ont considérablement réduit les coûts en électricité et en eau.

SECTION DE LA GESTION DU MATÉRIEL

Cette section est responsable au jour le jour de la fourniture des services d'acquisition, d'inventaire et de gestion des biens, d'élimination, d'entreposage et d'approvisionnement ainsi que d'expédition et de réception, à tous les organismes du SCE logés au CCEI. Parmi les faits saillants des travaux de cette année mentionnons : 1) la mise en place du système automatisé d'information concernant les fournitures; 2) l'informatisation des opérations à la réception, ce qui accélère le traitement du paiement dans la Section des finances; 3) l'automatisation de l'inventaire de l'INRE, ce qui permet d'améliorer l'inventaire automatisé du SCE qui doit être acheminé par télécommunication sur un appareil Wang.

SECTION DES FINANCES

La section des finances fournit un service de comptabilité centralisé et informatisé à toutes les composantes du SCE



M. J.D. Smith accepte «le Prix de l'employeur de l'année» que lui remet M. J.R. Brokenshire lequel représente l'Association des handicapés mentaux de l'Ontario. *De gauche à droite* :Mme E. Rae, superviseur; Philip Clark, J.D. Smith, J.R. Brokenshire, et Mlle Susan Robertson.

situées au CCEI (INRE, Direction générale des eaux intérieures — Région de l'Ontario, et Laboratoire national de la qualité de l'eau). Il lui incombe également de comptabiliser les fonds alloués au directeur général de la Région de l'Ontario en application de l'Accord sur la qualité de l'eau des Grands lacs. La section assure la liaison entre d'autres ministères (fédéraux et provinciaux) et corps municipaux et leurs fournisseurs pour ce qui est du paiement des comptes et du respect des obligations financières au titre de contrats. La Section des finances participe aussi au processus de planification de l'Institut en complétant le déroulement annuel du plan financier et du plan des ressources humaines ainsi que les estimations générales de l'Institut.

BIBLIOTHÈQUE

La bibliothèque assure un soutien aux programmes de recherche et de relevés de tous les organismes logés au CCEI. En plus du fonctionnement quotidien, les tâches suivantes ont été accomplies cette année : 1) une revue des services et des opérations de la bibliothèque par la conduite à terme d'une «analyse du degré de satisfaction de la clientèle» et de visites de bibliothèques consacrées à la recherche au Service de l'environnement atmosphérique (Toronto) et de l'Institut océanographique de Bedford (Halifax) dont les recommandations qui en émanaient ont été appliquées afin d'améliorer le service; 2) des séances d'entraînement et le maintien du plan d'urgence visant à protéger la collection en cas de désastre. Plusieurs organismes gouvernementaux et privés ont demandé une copie du plan des présentes applications.

REGISTRE CENTRAL

La Section du registre central assure non seulement les services de télex, de télécopieur, de reprographie et de courrier pour tous les occupants du Centre, mais aussi l'archivage des dossiers de l'INRE et de la Direction générale des eaux intérieures-Région de l'Ontario ainsi que le Laboratoire national de la qualité de l'eau. La Section fournit aussi un service d'information à d'autres ministères et organismes gouvernementaux comme au public en général, fournissant de l'information d'une manière officieuse ou en acheminant les demandes à qui de droit.

LISTE DU PERSONNEL

Chef — J.D. Smith, C.D.
Secrétaire — H. Zrostek
Agent d'administration — C. Kennedy

Section de l'administration

F. Boyd, agent d'administration, DEA/DPE
C. Kennedy, agent d'administration, DSP/DOP
J. Major, agent administratif adjoint, DMA/DPAS
S. Hicks, agent administratif adjoint, DH
E. Jones, opératrice de machine
A. Caswell, opératrice de machine

Services des bâtiments et des biens
Chef
D.F. Stewart

Personnel de soutien
J.C. Stewart, C.D.
R.J. McCurdy
G. Johnstone
K.R. Taylor
K. McCutcheon
F. Adams
A.K. Allaby
A. Cruz
J.P. Denomme
W.A. Johnson
T. Comiskey
S. Wynne

Gestion du matériel
Chef
D.A. Burton, C.D.

Personnel de soutien
S.E. Hicks
J.P. Mellon
M.A. Eadie
W. Coventry
M. Ross

Services des finances
Chef
J.A. Jagoe

Personnel de soutien
Y.E. Hutton
B. Titley
E.A. Wendel
D.G. Jefferson
R.J. Haswell
S. Westmoreland

Bibliothèque
Chef
E. Dowie, B.A., B.L.S., M.L.S.

Personnel de soutien
P. Bennett
K. Finch
M. Sinclair
E. McCallum

Bureau des archives
Chef
E. Rae

Personnel de soutien
M. Solvason
J. Sims
K. Cameron